



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA



Escola Superior Agrária Beja

Curso de Mestrado em Agronomia

Nível Crítico de Ataque das Infestantes na Cultura do Feijão

José António de Brito Guerreiro Carvalho

Beja

2014

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior Agrária Beja

Curso de Mestrado em Agronomia

Nível Crítico de Ataque das Infestantes na Cultura do Feijão

**Dissertação de Mestrado apresentado na Escola Superior Agrária de Beja do
Instituto Politécnico de Beja**

Elaborado por:

José António de Brito Guerreiro Carvalho

Orientado por:

Prof. Doutor João Martim de Portugal e Vasconcelos Fernandes

Beja

2014

Agradecimentos

Gostaria de agradecer especialmente ao Professor Doutor João Portugal pela orientação, disponibilidade e sobretudo pela ajuda e simpatia demonstrada para a concretização deste trabalho, pelo ambiente de boa disposição e cooperação durante todo este período da realização do ensaio de campo e da tese.

Deixo também um agradecimento à ESAB, pelo apoio humano e material disponibilizado para a execução deste trabalho, e um agradecimento especial ao COTR em especial ao Eng. Luís Boteta e a Eng. Cristina Guerreiro, pela forma como nos acolheu e nos facilitou em todas as dificuldades encontradas ao longo deste ensaio.

Aproveito a oportunidade para deixar um agradecimento aos meus colegas de curso em geral pela amizade e apoio, em especial ao João Guerreiro e Verónica Mendes, pela entreaajuda demonstrada ao longo de todo o ensaio de campo.

Apresento também os meus agradecimentos à minha mãe e irmão e namorada, pelo incentivo, apoio e compreensão em todos os momentos que não estive presente ao longo destes últimos tempos.

A todos eles, e outros que me acompanharam nestes últimos anos académicos o meu muito Obrigado.

Resumo

Pretende-se com este trabalho determinar o período imediatamente anterior do nível crítico de ataque (NCA) das plantas infestantes em feijoeiros submetidos a condições de déficit hídrico, utilizando duas abordagens: o nível arbitrário de 5% de perda na produtividade e o nível de tolerância (NT). O ensaio foi conduzido numa parcela cedida pelo COTR-Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, utilizando a variedade de feijão Manata (Fidalgo Anão). Os tratamentos experimentais foram constituídos por cinco períodos de convivência da cultura com as infestantes: 15, 30, 45, 60 dias após a emergência (DAE) e à colheita e mais uma testemunha sem infestantes do início ao fim do ciclo. Adoptou-se o delineamento experimental de blocos causalizados, com quatro repetições. Os níveis críticos de ataque determinados foram de 10 dias para um nível aceitável de 5% de redução arbitrária na produtividade e de 9 dias de competição com as infestantes utilizando o nível de tolerância (NT) que foi de 4.3%, em condições de deficiência hídrica.

Palavras chave: déficit hídrico, nível de tolerância, dias após a emergência.

Abstract

This work aims to determine the preceding period of critical levels of attack (NCA) of weeds in beanstalks, subjected to water deficit conditions, using two approaches: the arbitrary level of 5% loss in productivity and the level of tolerance (NT).

The test was conducted on ground ceded by the (COTR-Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio), using a variety of Manata bean (Fidalgo Anão).

The experimental treatments were composed for five periods of cohabitation of culture with the weeds: 15, 30, 45, 60 days after emergence (DAE), and harvest and one more, without weeds from the beginning to the end of the cycle.

The experimental design adopted randomized blocks, with four repetitions.

The critical levels were determined in a period of 10 days for an acceptable level of 5% reduction in arbitrary productivity in and 9 days of competition with weeds using the tolerance level (NT) which was 4,3%, with water deficiency conditions.

Key words: hydric deficit, tolerance level, days after emergence

Índice geral

1-Introdução	1
2-Enquadramento da cultura do feijão	2
2.1-Taxonomia.....	2
2.2-Origem e história da Cultura.....	3
2.3-Utilização e composição.....	4
2.4-Importância do feijão	6
2.5-Estatísticas sobre a produção	6
3-Conceitos, metodologias e formas de cálculo de níveis de prejuízo de infestantes.....	10
3.1-Introdução	10
3.2- Os efeitos das infestantes nas culturas e sua importância.....	12
3.3- Metodologias utilizadas em estudos de competição e cálculo de prejuízos causados por infestantes em culturas.....	19
3.4-Utilização dos estudos de prejuízos na racionalização do combate às infestantes.	29
4-Ensaio de competição de infestantes na cultura do feijão em condições de déficit hídrico.....	38
4.2-Material e métodos.....	38
4.3-Resultados e discussão.....	44
4.3.1-Produtividade.....	47
4.3.2-Períodos de competição	49
5-Conclusão	51
6-Bibliografia	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquemas de ensaios aditivos com plantas da cultura (X) e infestantes (O) (adaptado de: Spitters e Van den Berg, 1982).....	25
Figura 2 - Esquema de ensaios de substituição com plantas da cultura (X) e infestantes (O) (adaptado de:Spitters e Van den Berg, 1982).	25
Figura 3-Medição do teor de humidade no solo através da sonda Diviner.	39
Figura 4- Esquema de implementação das parcelas no campo.....	40
Figura 5- Talhão mantido sem infestantes até à colheita.....	41

Índice de Tabelas

Tabela 1-Classificação botânica do feijão	2
Tabela 2 -Composição média do feijão-verde e do grão seco. Valores expressos por 100 g de parte comestível.	5
Tabela 3-A cultura do feijão no Mundo em 2003.....	7
Tabela 4-A cultura do feijão em Portugal.	8
Tabela 5- Produção de feijão em Portugal (dados provisórios).....	9
Tabela 6- Facturação de produtos fitofarmacêuticos efectuada pelas empresas associadas da ANIPLA em 2013.....	11
Tabela 7-Redução na produção de trigo de inverno causada por competição de <i>Alopecurus myosuroides</i> : Comparação de diferentes métodos (produção de testemunha sem infestantes=100).	23
Tabela 8-Análise física e química do solo do ensaio (Beja).	39
Tabela 9-Plantas infestantes encontradas durante o ensaio experimental.	44
Tabela 10- Parâmetros determinados para as equações sigmoidais de Boltzman ajustadas aos dados de produtividade de grãos em função dos períodos de convivência com as infestantes.....	47
Tabela 11-Nível crítico de ataque (NCA) considerando as abordagens de 5% de redução na produtividade e utilizando o nível de tolerância (NT) e diferença entre os mesmos.....	50

Índice de gráficos

Gráfico 1 -Produção de feijão grão e feijão-verde em Portugal de 1961 a 2012.9	
Gráfico 2 – Temperaturas médias (mínima, média e máxima) e precipitação registadas durante o ensaio (2013).....	41
Gráfico 3 - Importância relativa IR (%) das principais plantas infestantes, <i>Beta maritima</i> , <i>Chenopodium álbum</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> e <i>Polygonum aviculare</i> e as outras plantas no final dos períodos de competição com o feijoeiro	45
Gráfico 4-Densidade das principais plantas infestantes (plantas m ⁻²) ao final do período de competição com os feijoeiros.....	46
Gráfico 5 - Massa fresca das principais plantas infestantes (g.m ⁻²) ao final dos períodos de competição	46
Gráfico 6- Influência massa fresca (g.m ⁻²) das infestantes no final dos períodos de competição sobre a produtividade (%) do feijão.	48
Gráfico 7 - Produtividade da cultura do feijão em relação aos períodos de competição com as infestantes, com a representação dos níveis críticos de ataque (NCA) considerando a perda arbitrária de 5% na produtividade e o nível de tolerância (NT).	49

NOTA DE ESCLARECIMENTO

Esta tese não segue as normas do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa vigente a partir de Janeiro de 2009.

1-Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado há centenas de anos e continua a ser em muitas regiões do mundo, a leguminosa mais consumida na dieta humana (Messina, 1999). Possui uma composição química que torna o seu consumo benéfico sob o ponto de vista nutricional, possuindo também compostos fenólicos que podem reduzir a incidência de doenças (Dinelli *et al.*, 2006; Beninger e Hosfield, 2003).

De acordo com (Wander *et al.*, 2007), a produção mundial de feijão aumentou 59,1% no período compreendido entre 1961 e 2005. Os cinco principais países de maior produção de feijão são o Brasil, a China, a Índia, a Birmânia e o México, representando mais de 65% da produção mundial. O Burundi e o Ruanda são os países com maior densidade de produção (7,91 e 7,58 t/km², respectivamente). Os principais países exportadores são a China, os EUA, a Birmânia, o Canadá e a Argentina, sendo responsáveis por 73,5% do total exportado, enquanto a Índia, os EUA, Cuba, Japão e o Reino Unido são os principais países importadores de feijão.

O feijão é a leguminosa usada como fonte de proteína para grande parte da população mundial, especialmente onde o consumo de proteína animal é relativamente escasso (Pires *et al.*, 2005). Além de fornecer quantidades apreciáveis de proteínas, possui também um bom teor de hidratos de carbono, fibras, minerais, vitaminas, e um teor reduzido de lípidos (Sgarbieri e Whitaker, 1982).

Segundo (Sámman *et al.*, 1999; Barampama e Simard, 1993), são também descritos vários benefícios do seu consumo. O teor de ferro é semelhante ao encontrado na carne bovina e é também uma boa fonte de cálcio, fósforo, potássio, magnésio, cobre e zinco (Sámman *et al.*, 1999; Barampama e Simard, 1993). Outros benefícios para a saúde estão relacionados com as fibras encontradas no feijão. Hughes (1996), afirma que a fracção de fibra solúvel desempenha um papel importante como alimento funcional.

2-Enquadramento da cultura do feijão

2.1-Taxonomia

O género *Phaseolus* inclui actualmente cerca de 56 espécies agrupadas na tribo *Phaseoleae* (Tabela 1) conjuntamente com o género *Vigna*, do qual é próximo. O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) é uma das quatro espécies do género que é cultivada. As outras são *P. acutifolius* (feijão tepari), *P. coccineus* (sin.*P. multiflorus*, feijoca) e *P. lunatus* (feijão-de-lima). O antepassado silvestre do feijão é classificado como *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (sin.*P. aborigineus*). Consideram-se por vezes duas subespécies: *Phaseolus vulgaris* subsp.*manus*, o feijão rasteiro e *P. vulgaris* subsp. *volubilis*, o feijão de trepar.

Todas as espécies, de *Phaseolus* são originárias do continente americano. Diversas espécies hortícolas e arvenses de origem asiática, anteriormente classificadas como pertencendo ao género *Phaseolus*, foram reclassificadas, encontrando-se actualmente no género *Vigna*. Assim, *P. angularis*=*V. angularis*; *P. aureus*= *V. radiata*; *P. mungo* =*V. mungo*.

Tabela 1-Classificação botânica do feijão

Família	<i>Fabaceae</i>
Subfamília	<i>Faboidea</i> (sin. <i>Papilionoideae</i>)
Tribo	<i>Phaseoleae</i>
Género	<i>Phaseolus</i>
Espécie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Adaptado de: Almeida, 2006.

2.2-Origem e história da Cultura

Segundo Almeida (2006), o centro de origem de *P. vulgaris* é a América Central. A especiação de *P. vulgaris* ocorreu possivelmente em três zonas distintas na região intertropical da América, incluída, grosso modo entre os paralelos 30° N e 30° S. O centro meso-americano (México e América Central) contém as 56 espécies conhecidas de *Phaseolus*, incluindo as quatro espécies cultivadas. Este é centro de especiação, embora subsistam dúvidas quanto a ter sido ali o primeiro local de domesticação. O centro sul-andino (regiões do Peru, Bolívia, norte do Chile e da Argentina) tem apenas duas espécies: *P. vulgaris* e *P. Lunatus*. No centro norte-andino (Colômbia, Equador e Peru), para além das duas espécies presentes a sul dos Andes, existe ainda uma terceira, *P. polyanthus*.

Os grupos andinos contêm variedades de sementes grandes, quer rasteiras, quer de trepar. O grupo meso-americano inclui principalmente variedades indeterminadas de entrenós curtos ou variedades de trepar com sementes de tamanho médio a pequeno. As variedades do grupo meso-americano incluem principalmente variedades indeterminadas de entrenós curtos ou variedades de trepar com sementes de tamanho de médio a pequeno. As variedades do grupo meso americano originam rendimentos mais elevados e sofreram maior expansão no continente americano desde há 8000 anos, fazendo parte da trilogia feijão-milho-abóbora, que esteve na base da agricultura meso-americana. Pode ter sido aqui domesticada, havendo, no entanto, outra hipótese que aponta para uma origem de domesticação na região dos Andes e o seu posterior transporte para a América Central, onde se desenvolveu uma maior diversidade.

A domesticação e posterior selecção resultaram em genótipos com ramificação reduzida, maior número de flores e vagens e sementes maiores. As vagens tornaram-se indeiscentes, com lenhificação e fibrosidade reduzidas. A selecção favoreceu também os genótipos indiferentes ao fotoperíodo.

Depois da descoberta da América, em 1492, o feijão foi introduzido pelos espanhóis em Sevilha e posteriormente disseminado pela Europa e pelos restantes continentes do velho mundo. A disseminação do feijão para latitudes

elevadas implicou a preexistência ou aparecimento de cultivares ao fotoperíodo.

2.3-Utilização e composição

O feijão é cultivado pelas suas sementes secas -cultura arvense- ou pelas vagens imaturas, na cultura hortícola. Os povos nativos da América que domesticaram o feijão consumiam as sementes. O consumo da vagem imatura só ocorreu depois da introdução da cultura na Europa. A vagem é comercializada em fresco ou após transformação industrial, normalmente sob a forma de produto congelado.

A feijoca (*P. Coccineus*) é cultivada pelas suas vagens, para o mercado em fresco, mas também como trepadeira ornamental. O feijão-de-lima (*P. lunatus*) é cultivado pelas vagens e sementes imaturas.

O feijão (seco) é rico em vitaminas do complexo B, proteína, ácido fólico e fibra. Segundo Almeida (2006), o feijão contém ainda diversos compostos antinutricionais, como taninos, hemaglutininas, fitato, inibidores de tripsina, inibidores de α -amilase, amidos não digeríveis, e oligossacáridos da família da rafinose (OFR). O feijão seco contém cerca de 23% de proteína (tabela 2), teor comparável ao da ervilha, mas muito inferior ao da soja. A vicilina é a principal proteína de reserva de *P. vulgaris* e de *P. lunatus*, enquanto *P. coccineus* contém mais legumina do que vicilina. Em *Phaseolus vulgaris* a vicilina designa-se por faseolina e representa mais de 50% do total de proteína na semente. De acordo com Almeida (2006), nesta espécie, a fito-hemaglutinina (uma lectina) é a segunda proteína mais importante, podendo representar 10% do total. Tal como nas outras leguminosas, a proteína do feijão é mais pobre nos aminoácidos metionina e cisteína, mas rica em lisina, aminoácido que escasseia numa alimentação à base de cereais. O grão (semente) só é digerível se estiver cozido. A fito-hemaglutinina é tóxica para os animais monogástricos, tal como uma lectina inibidora da α -amilase, que pode representar 5% da proteína da semente.

Os OFR -Rafinose, estaquiose e verbascose- são os compostos que estão na origem da flatulência pelo consumo do feijão. O sistema digestivo humano não possui a enzima α -galactosidase, necessária para hidrolisar a ligação α -1,6 presente nos OFR. Os OFR chegam intactos ao intestino grosso, onde são metabolizados por bactérias, originando os gases hidrogénio, metano e dióxido de carbono que estão na origem do flato.

A sacarose e a estaquiose são os principais açúcares do feijão seco, correspondendo, respectivamente a cerca de 53% e 38% do total dos açúcares. A rafinose e a frutose estão presentes em menores proporções, entre 4 e 5% cada.

Tabela 2 -Composição média do feijão-verde e do grão seco. Valores expressos por 100 g de parte comestível.

Macronutrientes e energia	Feijão		Vitaminas	Feijão		Minerais	Feijão	
	Verde	Seco		Verde	Seco		Verde	Seco
Água (%)	90	12	Vitamina A (IU)	690	0	Potássio (mg)	209	1006
Energia (kcal)	31	333	Tiamina (mg)	0,084	0,529	Cálcio (mg)	37	143
Proteína (%)	1,8	23,6	Riboflavina (mg)	0,105	0,219	Fósforo (mg)	38	407
Gordura (%)	0,1	0,83	Niacina (mg)	0,752	2,06	Magnésio (mg)	25	140
Hidratos de carbono (%)	7,1	60	Ácido ascórbico (mg)	16,3	4,5	Sódio (mg)	6	24
Fibra	3,4	24,9	Vitamina B ₆ (mg)	0,074	0,397	Ferro (mg)	1	8,2

Fonte: adaptado de USDA (2012) e Maynard & Hochmuth (1977).

2.4-Importância do feijão

Como é do conhecimento geral, trata-se de uma hortícola de grande valor, podendo afirmar-se que não existe horta onde não figure esta leguminosa. Na realidade, tanto a vagem (feijão-verde) como a semente seca (feijão propriamente dito) constituem, desde há muito, parte integrante da alimentação do nosso povo.

A importância do feijão na alimentação humana é comprovada em relatos que remontam aos primeiros registos históricos de que se tem notícia. O feijoeiro era cultivado no Antigo Egipto e na Grécia, onde recebia cultos em sua homenagem, por ser considerado um símbolo da vida. Já os antigos romanos usavam o feijão nas suas festas e até mesmo como forma de pagamento para apostas.

Grande número de estudiosos atribui a disseminação dos feijoeiros pelo mundo às grandes guerras, pois o feijão era de fundamental importância na dieta dos guerreiros. As grandes explorações ajudaram a disseminar estes hábitos alimentares, levando a cultura do feijoeiro para as mais diversas partes do mundo.

2.5-Estatísticas sobre a produção

Considerando todos os géneros e espécies de feijão englobados nas estatísticas da FAO (2001), a produção mundial de feijão, situou-se à volta dos 16,8 milhões de toneladas, ocupando uma área de 23,2 milhões de hectares. Cerca de 65,1% da produção foram oriundos de apenas sete países, sendo a Índia responsável por 15,3% e o Brasil 14,6%. Apesar do pequeno volume de produção mundial de feijão, cerca de 14% são produzidos para exportação. Em 2000, cinco países foram responsáveis por 80,2% dessa exportação: Myanmar, 26,9%; China, 18,5%; Estados Unidos, 14,5%; Argentina, 11,0%; e Canadá, 9,3%, movimentando-se cerca de 1 bilhão de dólares com a transacção deste produto.

Os principais produtores mundiais de feijão-verde são países asiáticos e europeus e os Estados Unidos da América (tabela 3). A Ásia e a Europa produzem, respectivamente, 50 e 33% da produção mundial de vagens. A China e a Turquia são os principais produtores mundiais, enquanto a Espanha, a Itália, a Bélgica e a França são os principais produtores europeus de feijão-verde.

Tabela 3-A cultura do feijão no Mundo em 2003.

Feijão seco				Feijão verde			
Países	Área produção (x1000 ha)(1000t)		Produtividade e (t.ha-1)	Países	Área produção (x1000 ha)(1000t)		Produtividade e (t.ha-1)
Mundo	27140,3	19736,3	0,7	Mundo	876,7	6131,6	7,0
Europa	341,1	583,5	1,7	Europa	120,1	964,9	8,0
Ásia	14245,1	9037,6	0,6	Ásia	625,8	4379,7	7,0
América do Norte e Central	3469,0	3460,7	1,0	América do Norte e Central	41,2	250,0	6,1
América do Sul	4689,8	3928,6	0,8	América do Sul	30,5	81,5	2,7
África	4346,3	2675,9	0,6	África	51,3	415,5	8,1
Oceânia	49,0	50,0	1,0	Oceânia	7,8	39,9	5,1
Principais países produtores				Principais países produtores			
Índia	9000,0	3600,0	0,4	Índia	194,0	2250,3	11,6
Brasil	4089,9	3309,9	0,8	Brasil	148,2	770,4	5,2
China	1254,8	1908,6	1,5	China	66,0	545,0	8,3
Myanmar	1900,0	1650,0	0,9	Myanmar	150,0	420,0	2,8
México	1947,7	1400,2	0,7	México	18,4	251,9	13,7
EUA	545,1	1021,3	1,9	EUA	21,3	215,0	10,1
Uganda	770,0	535,0	0,7	Uganda	23,0	177,8	7,7
Canadá	162,2	346,5	2,1	Canadá	21,4	127,5	6,0
Indonésia	328,7	317,3	1,0	Indonésia	6,1	105,0	17,2
Coreia do Norte	350,0	300,0	0,9	Coreia do Norte	8,7	97,7	11,2
Outros	6791,9	5347,5	0,8	Outros	219,6	1171,0	5,3

Fonte: Faostat (2005).

Em Portugal o feijão-verde é produzido em diversas regiões, tanto para comercialização como para consumo familiar. As áreas ocupadas e as produções do feijão-verde e do feijão seco encontram-se na tabela 4. De acordo com Almeida (2006), o Ribatejo e o Oeste são as principais zonas de produção. Nesta região, o feijão-verde é a segunda cultura hortícola mais produzida em estufa, logo após o tomate. Produz-se também no Algarve, tanto em estufa como ao ar livre, na Beira Litoral, principalmente em estufa, e no Entre-Douro-e-Minho, também predominantemente em estufa. A balança comercial para o feijão-verde é altamente deficitária, sendo a Espanha o nosso principal fornecedor.

Tabela 4-A cultura do feijão em Portugal.

Cultura		2001	2002	2003	Média
Feijão-verde	Superfície (ha)	1495	1304	1188	1329
	Produção (t)	17373	15591	14241	15735
	Produtividade (t.ha ⁻¹)	11,6	12	12	11,9
Feijão seco (grão)	Superfície (ha)	11355	10839	10614	10936
	Produção (t)	5842	5650	4974	5488,7
	Produtividade (t.ha ⁻¹)	0,514	0,521	0,469	0,5

Fonte: INE (2004)

Segundo a FAO (2013), a produção de feijão para grão em Portugal tem vindo a cair desde 1961 (gráfico 1) e a produção de feijão-verde aumentado ligeiramente. Em 1992 a produção de feijão-verde, ultrapassa a produção de feijão grão mantendo-se até hoje superior. A mudança nos hábitos alimentares poderá explicar a queda na produção de feijão grão e o aumento da produção do feijão-verde.

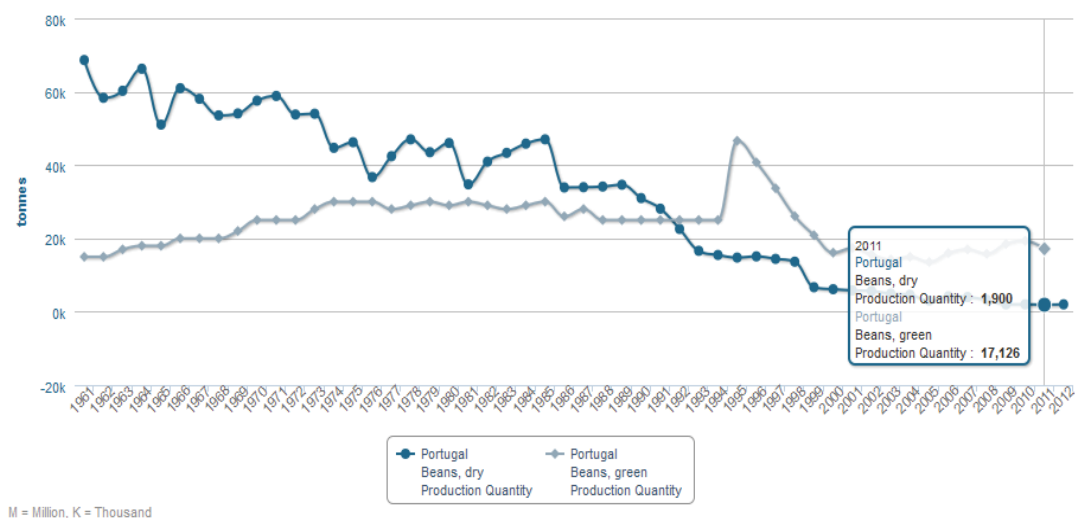


Gráfico 1 -Produção de feijão grão e feijão-verde em Portugal de 1961 a 2012.

Fonte: Faostat (2013).

Segundo o INE (2013), a produção de feijão em Portugal tem vindo a manter-se muito baixa, (tabela 5), mantendo-se a tendência da balança deficitária em feijão-verde.

Tabela 5- Produção de feijão em Portugal (dados provisórios).

Estado das culturas e previsão das colheitas						
Ano Agrícola 2012/13- Em 31 de agosto de 2013						
Superfície		Rendimento		Produção		
2013(a)	2012(a)	2013(a)	2012(a)	2013(a)	2012(a)	
1000ha		Kg/ha		1000t		
Continente						
Feijão	3	3	x	555	x	2

(a) Dados provisórios

Fonte: Adaptado de: INE, 2013.

3-Conceitos, metodologias e formas de cálculo de níveis de prejuízo de infestantes

As considerações feitas neste capítulo, tem como pano de fundo António Mexia (1986).

3.1-Introdução

O desejo de aumentar a produção de bens alimentares levou o homem a procurar incrementar a produtividade dos terrenos agrícolas, tentando assim minorar a falta de alimentos à escala mundial, uma vez que a via de ampliar a área dos terrenos cultiváveis se encontra esgotada na maioria dos países. Surgiu desta forma a necessidade crescente de incrementar o combate aos inimigos das culturas, recorrendo sucessivamente a métodos e tecnologias mais sofisticadas, na ânsia de minimizar os prejuízos causados por estes organismos.

No que respeito às infestantes, plantas consideradas indesejáveis pelo homem nos pontos de vista ecológico e económico (Amaro, 1969; Godinho, 1984), a sua importância económica foi reconhecida desde a antiguidade, existindo referência do Antigo Egipto datada de 2000 A.C. (Kolbe, 1983), que foi expressa na necessidade de efectuar técnicas culturais destinadas ao seu combate como sejam as mondas, lavouras e sachas e até, em Portugal, na publicação de legislação régia (ex. D. João III) que obrigava à sua execução (Amaro, 1980).

Para além das técnicas tradicionais de combate às infestantes assistiu-se na segunda metade deste século à utilização, no seu controlo, de produtos químicos de síntese procurando assim reduzir os prejuízos causados pelas mesmas. Esta metodologia, que atingiu elevado desenvolvimento representando nos anos 80 os herbicidas 45% do valor dos pesticidas utilizados à escala mundial, teve em Portugal os seus reflexos pois os herbicidas são desde 1969 o segundo grupo de produtos fitofarmacêuticos em termos de consumo (Amaro, 1980).

Segundo a ANIPLA-Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas (2013), em 2013 a facturação de produtos fitofarmacêuticos efectuada pelas empresas associadas da ANIPLA (o conjunto de empresas associadas da ANIPLA no canal distribuição, não representam, a totalidade do mercado nacional de produtos fitofarmacêuticos) totalizou 109,8 Milhões de Euros, representando ligeiro acréscimo de 0,3% relativamente ao ano anterior (tabela 6).

As características climatológicas registadas em 2013, Inverno muito chuvoso e prolongado, levavam a crer que seria um ano de grande pressão de doenças nas culturas mas essa situação não ocorreu, tendo sido um ano com poucas incidências e foco de doenças.

O mercado dos Fungicidas ressentiu-se (-7,3%) destacando-se os segmentos do Enxofre, Cobre, Anti-Míldios c/ Cobre e Triazois Vinha, com grandes descidas nas quantidades comercializadas. No que respeita aos Insecticidas, as amplitudes térmicas registadas também condicionaram o normal desenvolvimento das pragas mas, neste caso, o mercado subiu (2,2%), principalmente com a ajuda do segmento Piretroides.

Nos Herbicidas o mercado subiu 6,3%, muito influenciado pelo aumento considerável de preço do Glifosato (13,6%) que, sendo o principal segmento do mercado de produtos fitofarmacêuticos em Portugal ajudou a equilibrar as contas finais de 2013.

Tabela 6- Facturação de produtos fitofarmacêuticos efectuada pelas empresas associadas da ANIPLA em 2013.

<i>Valores de Mercado (Acumulados) - Dezembro de 2013</i>		
Segmentos	Valor (M€)	Variação % (1)
Fungicidas	44,73	-7,3%
Insecticidas	24,26	2,2%
Herbicidas	37,23	6,3%
Diversos	3,64	41,9%
Total	109,86	0,3%
(1) A variação refere-se a igual período do ano anterior.		

Fonte: Coordenação da Comissão de Dados e Estatística da ANIPLA

Mas porque causam as infestantes prejuízos nas culturas e qual a sua importância em termos globais?

Quais as formas que esse prejuízo pode assumir?

Como avaliar quantitativamente os prejuízos que ocorrem? Será possível prevêê-los?

Como utilizar racionalmente os dados sobre prejuízos, no desenvolvimento de estratégias e metodologias de combate às infestantes, no sentido de os minimizar?

Com o objectivo de tentar responder a algumas destas questões este capítulo 3 apresenta a seguinte estrutura: a partir da análise geral e sumária das relações existentes entre as plantas presentes no campo, é considerado o caso particular da coexistência num determinado campo de cultura de infestantes e plantas cultivadas; são analisadas as consequências que tais relações acarretam e formas de minimizar, em termos económicos, a acção das infestantes.

Esta acção das infestantes e os prejuízos que daí podem advir desempenham um papel muito importante na escolha da estratégia a adoptar no combate às infestantes uma vez que, com os meios actualmente disponíveis, o problema consiste fundamentalmente na escolha do quando e como usar o conjunto de meios de luta disponíveis da forma mais proveitosa (Snaydon, 1982), tendo em mente as perspectivas de integração dos vários meios de luta desenhados hoje a nível mundial na herbologia.

3.2-Os efeitos das infestantes nas culturas e sua importância

Os prejuízos causados pelas infestantes nas culturas podem assumir várias formas, sendo as principais as seguintes (Amaro, 1969; Oliveira, 1976; Koch e Walter, 1983; Koch *et al.*, 1983):

- redução do crescimento das plantas e consequente quebra de produção devido à competição;

- necessidade de utilização de meios de luta que podem eventualmente causar estragos ou prejuízos na cultura e aumento dos custos inerentes à sua utilização;
- redução da qualidade dos produtos agrícolas devido a contaminação com produtos estranhos (sementes estranhas em cereais, com necessidade de operações suplementares de limpeza; folhas e caules de infestantes em hortícolas) ou por originarem mau sabor nos alimentos (*Allium vineale* dá mau gosto ao leite; sementes de saramago (*Raphanus raphanistrum*) e de cizirão (*Lathyrus sylvestris*) dão mau gosto ao trigo);
- interferência com as operações culturais , nomeadamente a colheita, bem como na escolha de equipamento e intensidade de utilização deste;
- aumento da humidade dos produtos colhidos, dificultando o seu armazenamento;
- hospedeiros de pragas e agentes patogénicos das culturas (Borges, 1979; Ilharco, 1979);
- envenenamento de alimentos e forragens (ex. joio (*Lolium temulentum*), nigela (*Agrostema githago*) e saramago (*Raphanus raphanistrum*) infestantes do trigo e tóxicas para o homem. Koch e Walter (1983) referem o caso recente do envenenamento em larga escala causado possivelmente por *Heliothropium eichwaldii* Afeganistão em 1976;
- prejuízos indirectos causados por alterações nos sistemas de agricultura, necessidades de rotações, lavouras profundas, reduções de superfícies cultivadas, etc., especialmente em países com agriculturas pouco ou medianamente desenvolvidas (Parker e Fryer, 1975).

Relativamente aos benefícios que as infestantes possam apresentar a sua avaliação é bastante difícil, muito embora Koch e Walter (1983) chamem a atenção para a importância da sua consideração ao efectuar o cálculo de prejuízos causados por infestantes. Referem estes autores que os benefícios a atribuir serão muito baixos (eventualmente zero) em situações de agricultura altamente industrializada, mas que podem eventualmente ser elevados em sistemas tradicionais de agricultura onde exista uma baixa incorporação de factores de produção.

Amaro (1969) e Koch e Walter (1983), referem alguns benefícios que podem ser imputados às infestantes, dos quais se referem:

- utilização medicinal ou aromática;
- uso alimentar (ex. *Portulaca olerácea*) também conhecido como beldroega comum;
- fonte de energia (de que é exemplo o trabalho de Philipp *et al.* (1983), com recurso ao jacinto de água (*Eichornia crassipes*));
- fonte de pastoreio ou forragens;
- acção de revestimento do solo diminuindo a erosão;
- fertilizantes do solo (acção de leguminosas infestantes) ou enriquecedoras da camada superficial do solo (ex. *Cirsium arvense* conhecido vulgarmente como cardo-das-vinhas) através do transporte de nutrientes provenientes das camadas profundas;
- reservatórios de predadores ou parasitóides ou até hospedeiros alternativos e pargas.

O seu papel benéfico é todavia menor que o seu papel prejudicial, mesmo tomando em consideração as razões atrás indicadas (Koch *et al.* 1983).

De acordo com Ashby e Pfeiffer (1956) os prejuízos causados pela competição das infestantes são maiores nas zonas tropicais e subtropicais (cerca de 50%) do que nas regiões temperadas (prejuízos de 20% em média), variando também de acordo com o grau de desenvolvimento dos sistemas de agricultura, sendo os prejuízos maiores nos menos desenvolvidos (Parker e Fryer, 1975).

Mas qual será a importância dos prejuízos causados nas culturas pelas infestantes?

Uma publicação do departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América dava conta, em 1965, que no decénio 1951-60 os prejuízos médios anuais causados pelas infestantes e estimados para os principais grupos de culturas, para todo o território dos EUA, atingiam os 5 biliões de dólares (U.S.D.A., 1965). Se bem que a metodologia adoptada seja de algum modo

questionada por Zimdahl (1980), outros autores usando metodologia idêntica apresentam estimativas mais actualizadas. Assim, Chandler (1981) indica que o prejuízo médio anual estimado para todas as culturas, causado pelas infestantes, nos EUA no período de 1972-1976, atingiu 7 bilhões de dólares, ou seja 11,7% do valor estimado para as culturas. Aproximadamente 70% destes prejuízos ocorreram nas culturas de milho, algodão, amendoim, sorgo, soja, beterraba sacarina, cana de açúcar, cevada, aveia, trigo, arroz, centeio e linho; 20% em forragens e os restantes 10% em hortícolas e frutos diversos.

O mesmo autor, num outro trabalho (Chandler, 1980) em que analisa o período 1973-1977, estima o prejuízo médio anual causado pelas infestantes em todas as culturas, nos EUA, em 8 bilhões de dólares, o que representa um prejuízo de 12,4% do valor estimado para as culturas, cabendo aproximadamente 72% às principais culturas, 18% a forragens e os restantes 10% às hortícolas e frutos diversos. As diferenças encontradas entre os valores propostos por Chandler nos dois trabalhos citados, dado que se debruçam praticamente sobre o mesmo período, traduzirão alterações de preços substanciais ocorridas nos EUA nalgum dos anos analisados, ou reforçarão as críticas de Zimdahl à metodologia utilizada.

Em 1967, Cramer publicou um trabalho sobre prejuízos causados nas culturas pelos seus inimigos, em que estimava os prejuízos devidos às infestantes, à escala mundial, em 10% aproximadamente da produção potencial das mais importantes culturas mundiais.

Em 1975, Klingman e Ashton refere que 42% dos custos totais despendidos em agricultura no combate a pragas e doenças e infestantes era devido a estas últimas.

Parker e Fryer (1975), num trabalho já clássico, consideram que à escala mundial as infestantes originam uma perda de 11,5% dos alimentos apesar das medidas usadas no seu combate. Todavia este valor não será constante em todas as zonas do Globo.

Nas regiões muito desenvolvidas (América do Norte, Europa, Japão) em que o combate às infestantes é bastante eficiente, os prejuízos devidos às infestantes rondarão os 5%, muito embora possam variar entre 5 e 15%, segundo a cultura

e a região. Os prejuízos nestas zonas devem-se ou à falta de herbicidas ou formulações adequadas às diferentes situações, à má utilização dos existentes, ou ainda às operações de monda realizadas mecanicamente. Como conclusão os autores afirmam que as possibilidades de redução no valor dos prejuízos nestas regiões são limitadas. A atender nos trabalhos de Chandler (1981, 1980), já atrás referidos, estes valores não só têm diminuído como terão vindo a aumentar progressivamente.

Para ilustrar a importância dos herbicidas nestas regiões, refere-se que 56% da área dos EUA é tratada mais vezes com herbicida (Chandler, 1980) e que sem recurso aos herbicidas num país como os EUA, os prejuízos causados pelas infestantes subiriam até 31%, mesmo recorrendo a outras medidas de combate (Abernathy, 1981). Devido ao já elevado peso da utilização de herbicidas, as soluções nestas regiões passam, segundo Parker e Fryer (1975) por uma melhoria da formação profissional do agricultor, pelo desenvolvimento de novos herbicidas ou formulações e com o desenvolvimento de técnicas culturais e de protecção integrada.

Nas zonas medianamente desenvolvidas (Europa Oriental, região mediterrânica, Austrália, certas regiões da América do Norte e Ásia), os prejuízos rondarão os 10%, sendo originados principalmente pela existência de infestantes tolerantes aos herbicidas utilizados e o elevado preço dos herbicidas apropriados; não existência no mercado regional ou local dos produtos indicados nas épocas convenientes à sua utilização (situação que até em países bastante desenvolvidos ocorre); intensificação cultural; insuficiente controlo das infestantes vivazes; má utilização dos herbicidas; eliminação tardia das infestantes por recurso aos métodos tradicionais; acção nefasta da monda mecânica; acção das infestantes aquáticas; limitações às práticas culturais causadas por infestantes.

Quanto às perspectivas futuras pensam os autores que os prejuízos causados pelas infestantes nestas regiões podem ser reduzidos significativamente através do recurso aos herbicidas apropriados; utilização de herbicidas mais eficazes; redução dos preços dos herbicidas; melhoria dos métodos culturais; investigação e desenvolvimento de protecção integrada, formação intensiva dos agricultores e vulgarização de técnicas agrícolas.

Finalmente nas regiões menos desenvolvidas (maioria das zonas da África, Ásia e América Latina) os prejuízos causados pelas infestantes foram estimados em 25% devido a mondas mal executadas ou tardias; dificuldade no combate às infestantes vivazes; acção de infestantes parasitas; limitação das superfícies cultivadas e atrasos de sementeiras devidas às dificuldades de preparação do solo. É opinião de Parker e Fryer (1975), que nestas zonas as perspectivas de diminuição dos prejuízos não são muito elevadas, embora sejam altamente desejáveis e aconselháveis, passando as soluções pela formação técnica dos agricultores; produção de herbicidas baratos e de fácil aplicação técnica; desenvolvimento social das comunidades rurais; investigação sobre técnicas culturais; cultivares resistentes a infestantes parasitas; emprego limitado de luta química e essencialmente um grande esforço de vulgarização agrícola e formação profissional.

A nível global estes recursos baseiam a melhoria do controlo das infestantes e consequente redução dos prejuízos em três grandes vectores: formação profissional, desenvolvimento de mais e melhores herbicidas de baixo custo e desenvolvimento da investigação tendente à aplicação da protecção integrada no combate às infestantes, muito embora possam assumir graus de importância diferentes em cada uma das regiões.

No que respeita ao nosso país os elementos publicados, respeitantes aos prejuízos causados pelas infestantes nas culturas, são ainda bastante escassos. Os poucos existentes, de que se tem conhecimento, são relativos à cultura do trigo e resultam ou de inquérito (Amaro e Guerreiro, 1971) ou de estudos de competição em ambiente confinado (Borges, 1976) ou ainda de campo (Dordio *et al.*, 1980; Godinho e Costa, 1980; Madeira *et al.*, 1984).

Amaro e Guerreiro (1971) estimaram que as infestantes causam com maior frequência prejuízos da ordem dos 10-30% muito embora estes possam assumir valores mais elevados; Borges (1976), estudando a competição entre trigo e *Lolium rigidum*, conclui que por elevadas infestações (número de infestantes duplo do número de pés de trigo) a produção pode sofrer reduções de 50%; Godinho e Costa (1980) ao estudarem a concorrência da *Phalaris minor* na cultura do trigo concluíram que grandes infestações (350 pés/m²) originaram quebras na produção na ordem dos 31%; Dordio *et al.* (1980) e

posteriormente Madeira *et al.* (1984) referem que para infestações de balanço elevadas (acima de 100 pés m²) resultam quebras de produção superiores a 50%. Daí que Moreira (1980) chame a atenção para a necessidade de intensificar a investigação deste domínio.

Relativamente ao número de espécies botânicas cujos indivíduos se apresentam como infestantes importantes, este é bastante baixo sendo menos de 1% das espécies classificadas a nível mundial. Assim das 250.000 espécies reconhecidas até hoje apenas 200 aproximadamente aparecem envolvidas em 95% dos problemas causados pelas infestantes (Holm, 1978). Este autor considerou que de entre estas 80 se apresentam como infestantes principais e 120 como secundárias. Dentro das principais 44% são plantas vivazes e 56% anuais, correspondendo 35% a gramíneas, 56% a dicotiledóneas, 6% de caníços, havendo duas espécies de fetos. No grupo das secundárias 13% são gramíneas, 79% dicotiledóneas, 8% caníços e uma espécie de fetos; as anuais representam 70% das espécies do grupo e as vivazes 30%, podendo as infestantes deste grupo vir a apresentar uma maior importância económica no futuro (Chandler, 1981).

As 200 espécies atrás referidas distribuem-se por um grupo não muito elevado de famílias sendo as mais importantes: *Poaceae* (44 espécies), *Asteraceae* (32 espécies), *Cyperaceae* (12 espécies), *Poligonaceae* (8 espécies), *Amaranthaceae* (7 espécies), *Brassicaceae* (7 espécies), *Leguminosae* (6 espécies), *Convolvulaceae* (5 espécies), *Euphorbiaceae* (5 espécies), *Chenopodiaceae* (4 espécies), *Malvaceae* (4 espécies), *Solanaceae* (3 espécies). Estas 12 famílias englobam 68% das espécies que, a nível mundial, são consideradas das infestantes mais importantes, três das quais (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*) só por si representam 43% (Holm, 1978).

O facto das famílias *Poaceae*, *Leguminosae*, *Solanaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* englobarem culturas produtoras de 75% dos alimentos e comportarem numerosas infestantes importantes conduziu à ideia de que ambas, as plantas cultivadas e infestantes, se encontram adaptadas ao mesmo habitat e, conseqüentemente, práticas que favorecem as culturas também favorecerão as infestantes. Todavia, embora tal relação possa existir não é rigorosa, pois 25% das piores infestantes mundiais pertencem às famílias

Compositae e *Cyperaceae* as quais ou não englobam ou englobam um reduzido número de culturas com importância mundial (ex. girassol) (Chandler, 1981).

Segundo Koch e Walter (1983) o número total de espécies presentes no campo consideradas infestantes depende largamente da natureza ambiental e do sistema de agricultura, sendo geralmente baixo (10-15 espécies) em sistemas altamente produtivos e intensivos com baixa diversidade de espécies culturais na rotação utilizada e elevado (acima de 50 espécies) em culturas extensivas, em que exista grande diversidade cultural na rotação. Contudo, em qualquer dos casos, apenas um pequeno número das espécies presentes no campo contribuirá decisivamente para o prejuízo verificado.

3.3- Metodologias utilizadas em estudos de competição e cálculo de prejuízos causados por infestantes em culturas.

Em capítulo anterior fizeram-se referências a estimativas de prejuízos causados por infestantes quer a nível mundial quer a nível de grandes regiões do globo. No entanto a avaliação de prejuízos pode e deve efectuar-se também a nível nacional, regional e especialmente local, inclusive ao nível da exploração (Koch *et al.*, 1983), podendo utilizar-se os dados relativos aos prejuízos causados pelas infestantes, de acordo com os autores citados, na tomada de decisões de carácter económico, na avaliação da importância relativa das diferentes infestantes nas diversas culturas, na determinação de períodos críticos para a cultura relativamente à competição com infestantes, no estabelecimento de níveis económicos de ataque para as infestantes e na avaliação de possíveis efeitos benéficos.

Dawson, em 1971, havia indicado que as questões mais estudadas até então em trabalhos de competição diziam essencialmente respeito à determinação dos períodos de crescimento da cultura em que as infestantes se mostravam mais prejudiciais ou pelo contrário relativamente inofensivas e da época de emergência das infestantes que causava maiores prejuízos. Verifica-se portanto que houve nos anos setenta um aumento dos objectivos prioritários

que os investigadores procuram atingir com os estudos de prejuízos causados pelas infestantes, como se deduz da comparação dos objectivos enunciados por Koch *et al.* (1983) com os referidos por Dawson (1971).

Para estudar as relações competitivas e os prejuízos subsequentes várias metodologias têm sido seguidas na experimentação realizada quer em ambiente condicionado quer em condições de campo, muito embora Chiarappa (1981) reconheça que uma das maiores deficiências nos trabalhos respeitantes ao cálculo de prejuízos se prende com a falta de metodologias convenientes.

O trabalho em ambiente condicionado tem sido realizado em ensaios com vasos e algumas vezes em cultura hidropónica (Caussanel, 1979) e embora este tipo de experiências não seja apropriado para a obtenção de dados absolutos respeitantes às relações existentes entre as densidades de infestação e os prejuízos que ocorrem (as raízes dispõem por norma de menor volume de solo, o fornecimento de água está optimizado, a competição pela luz é normalmente diferente da verificada no campo (Koch, 1974)), este tipo de experimentação permite a realização da análise factorial dos dados e tem-se revelado muito útil no estudo de aspectos básicos das relações competitivas entre as infestantes e as culturas (Koch *et al.*, 1983). Koch (1974) refere nomeadamente a utilidade dos ensaios em vaso em estudos de: efeitos alelopáticos, competição pela luz ou água e nutrientes, efeitos da competição em períodos com duração variável. Sagar (1968) indica a utilidade e rapidez do método de crivagem (“screening”), efectuado em estufa, na determinação das características que permitem às infestantes apresentarem vantagens competitivas, metodologia que, ao procurar explicar a acção isolada de cada factor na competição, viria a sofrer críticas posteriores.

Nos ensaios em ambiente condicionado tem sido bastante usado, para estudar os efeitos de competição entre duas espécies, o delineamento aditivo (denominado por Caussanel (1979) modelo aditivo ou de densidade variável), em que a densidade de uma das espécies é mantida a um valor constante (por norma a cultura) enquanto a outra (ou as outras se tratar de estudos envolvendo mais do que duas espécies) varia, o que torna a densidade total variável. A experimentação de campo permite avaliar o resultado final das interacções dos diferentes factores que intervém na competição entre as

culturas e infestantes, sendo no entanto difícil realizar a análise factorial dos dados (Koch, 1974). Várias metodologias têm sido utilizadas pelos diversos autores, procurando obter respostas para os diferentes objectivos definidos, devendo a escolha do método depender do tipo de avaliação que se pretende realizar e da situação concreta em que se efectua (Koch *et al.*, 1983). Tendo em conta, por um lado, o elevado número de situações concretas que é possível encontrar e por outro, como atrás se viu, a evolução sofrida pelos objectivos que se pretendem alcançar não é de estranhar o grande número de métodos que a bibliografia descreve.

Sagar apresenta em 1968 a seguinte listagem, citada por Zimdahl (1980):

- Método de Friesen- um dos métodos mais usados em estudos de competição, que consiste em explorar duas linhas de trabalho diferentes: ou manter a cultura limpa de infestantes a seguir à emergência durante períodos de tempo variáveis pré-determinados deixando crescer as infestantes que surjam depois desse período, de forma a saber qual a duração do período inicial do desenvolvimento em que a cultura não pode sofrer competição para a produção ser máxima ou, pelo contrário, permitir o crescimento das infestantes durante períodos variáveis pré-determinados, fixando ou não os valores das densidades de infestação presentes, de forma a determinar o momento em que a competição se inicia e quais os prejuízos que resultam da variação da duração do período de competição e/ou das diferentes densidades de infestação;
- Método de avaliação (“survey”), em que se comparam as reduções de produção entre talhões ou campos sem infestantes com outros em que ocorrem graus variáveis de infestação, por norma plantas infestantes de uma única espécie;
- Método logarítmico- este método pode facilitar uma avaliação rápida do efeito das infestantes nas culturas através de sementeira de infestantes, e, quantidades determinadas logaritmicamente, ao longo duma linha de cultura;

- Modelação- método que, embora inicialmente tivesse sido criado para estudar consociações, se revelou bastante promissor, especialmente por permitir prever situações não experimentadas.

O método referido como Método de Friesen foi posteriormente criticado por Peters (1972), devido, por um lado, ao facto do período de emergência das infestantes variar com as espécies em estudo e com as condições ambientais e portanto num determinado período do ensaio haver plantas com desenvolvimento diferentes e com capacidades competitivas distintas e, por outro lado, pelos distúrbios que a execução destas técnicas causam, quer no solo quer nas plantas com possíveis repercussões na produção (ex. fenómenos de compensação da cultura quando a remoção das infestantes é efectuada muito cedo) que poderão mascarar a acção das infestantes na cultura. Todavia, apesar destas desvantagens, estas técnicas têm sido largamente utilizadas em estudos de competição, sendo previsível que o continuem a ser (Zimdahl, 1980).

Em 1970, Dawson & Holstun apresentam um pormenorizado protocolo para avaliação dos prejuízos causados pelas infestantes nas culturas, especialmente indicado para avaliar os prejuízos causados por infestantes anuais em culturas em linha. Estes autores propõem basicamente a criação de um leque de infestação, desde talhões não mondados, talhões em que se efectua a monda tradicional ou mais frequente na região, a outros em que a frequência de monda vai aumentando até culminar em parcelas em que não se deixam desenvolver as infestantes; comparando-se depois as produções provenientes dos diferentes talhões avaliam-se assim os prejuízos. Para obter diversas densidades de infestação os autores propõem métodos alternativos, como sejam a monda manual, a recurso a herbicidas selectivos ou, então, lavouras intensas durante vários anos no local de experimentação ou fumigação do solo, seguidos de sementeira ou transplantação das infestantes nas quantidades e períodos pretendidos. Os autores chamam ainda atenção para a necessidade de caracterizar as infestações quer qualitativa quer quantitativamente indicando para o efeito vários métodos. Klingman (1970) efectua uma discussão detalhada dos métodos que permitem avaliar a “

densidade de infestação” nas culturas; por sua vez Topham & Lawson (1982) discutem várias metodologias de avaliação da diversidade de espécies adventícias de utilização possível em estudos de competição culturas-infestantes.

Koch analisa, em 1974, os quatro métodos seguintes utilizados para efectuar avaliações de campo dos efeitos competitivos das infestantes nas culturas (tabela 7):

- avaliação de um número elevado de ensaios de monda química nos quais ocorram infestações de uma só espécie com densidades variáveis;
- amostragem casual num campo com densidades variáveis de uma infestante;
- desbaste de uma infestação elevada até atingir várias densidades pretendidas;
- transplantação de infestantes de uma só espécie num campo sem infestantes.

Tabela 7-Redução na produção de trigo de inverno causada por competição de *Alopecurus myosuroides*: Comparação de diferentes métodos (produção de testemunha sem infestantes=100).

Redução na produção (%)				
Panículas de <i>Alopecurus myosuroides</i> por m ²	Avaliação de cerca de 100 ensaios de monda química em locais com diferentes densidades de infestação	Amostragem casual num campo com densidades variáveis de infestação	Desbaste de uma infestação elevada	Transplantação de infestantes para um campo não infestado
60-100	10	7	-	-
100-200	12	20	19	2
200-300	13	24	24	8
300-400	16	25	24	9
400-1000	20	30	23	8
1000-1500	23	31	-	-

Fonte: (Koch, 1974)

Este autor efectuou a comparação dos resultados obtidos pelos diferentes métodos atrás indicados, para a mesma situação de competição cultura-infestante, tendo concluído que os valores de prejuízos causados pela transplantação das infestantes eram muito baixos, comparativamente aos outros métodos, devido à crise de transplantação que as infestantes sofreram, devendo por isso utilizar-se este método apenas em situações muito particulares. Por sua vez, o terceiro método (desbaste das infestantes) originou prejuízos ligeiramente superiores aos verificados no primeiro, devido por um lado a um possível atraso na realização da monda química no primeiro método, com consequente ocorrência de competição no início do desenvolvimento da cultura, ou a uma possível fitotoxicidade do produto em relação à cultura e, por outro, à realização do desbaste demasiado cedo e portanto antes de ocorrer qualquer concorrência. Dado que a execução do desbaste é bastante demorada pode acontecer que este não seja completamente efectuado em tempo útil, ocorrendo então competição, com diminuição da produção nas parcelas em que o desbaste foi mais intenso (menores densidades de infestação). Este facto poderá justificar que os valores de prejuízo tenham sido maiores no segundo método (amostragem casual no campo) do que no terceiro (método do desbaste).

Ao discutir os métodos de estudo da competição entre culturas e infestantes anuais, Caussenel (1979) considera primeiro os métodos para estudo da competição nas comunidades vegetais e depois os métodos para estimar prejuízos causados por infestantes.

Para o estudo da competição em comunidades vegetais o autor analisa duas linhas de trabalho: o modelo de substituição ou de densidade constante e o modelo aditivo ou de densidade variável (figuras 1 e 2).

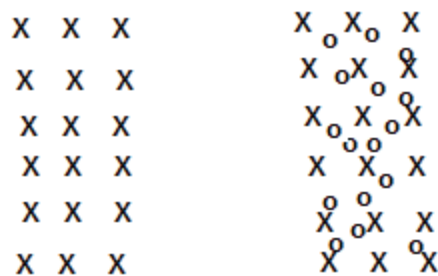


Figura 1 - Esquemas de ensaios aditivos com plantas da cultura (X) e infestantes (O) (adaptado de: Spitters e Van den Berg, 1982).

O modelo de substituição (em que a densidade total das plantas presentes no campo se mantem constante, variando a proporção das duas ou mais espécies em associação) pode ser aplicado ao estudo de comunidades de apenas duas espécies (procurando simular situações em que, devido a uma diminuição da densidade de sementeira ou aumento de espaçamento das linhas de cultura, ou até a um qualquer acidente vegetativo, a densidade das plantas cultivadas diminui e aumenta a densidade da infestante, mantendo-se a densidade total) ou de comunidades pluriespecíficas (com vista tanto à determinação da agressividade competitiva das infestantes relativamente às plantas cultivadas como ao estudo das relações interespecíficas entre infestantes e culturas).

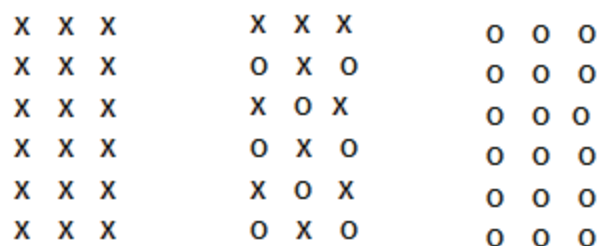


Figura 2 - Esquema de ensaios de substituição com plantas da cultura (X) e infestantes (O) (adaptado de: Spitters e Van den Berg, 1982).

A análise dos dados da experimentação com comunidades pluriespecíficas tem sido efectuada recorrendo aos métodos paramétricos e não paramétricos; nos paramétricos têm sido utilizados os modelos factorial, dialélico e de regressão e

nos não paramétricos apenas tem sido usado o modelo de matrizes de dominação (Caussanel, 1979).

O modelo aditivo (em que a densidade de uma das espécies se mantém constante, normalmente a cultura, enquanto que a densidade da(s) outra(s) espécie(s) varia(m) o que torna a densidade total variável tem sido largamente utilizado em estudos de competição e, tal como o anterior, pode ser aplicado a comunidade de apenas duas espécies ou de várias espécies. A variação da densidade das infestantes pode obter-se por sementeira ou transplantação destas em quantidades crescentes (método já anteriormente criticado por Koch, 1974) ou então a partir de infestação natural por monda química ou manual (o que também permite efectuar o controlo de plantas de outras espécies em ensaios envolvendo apenas duas), sendo a repartição das infestantes no campo ou casual ou controlada pelas operações de desbaste. No caso da monda manual as infestantes que permanecem no campo devem-se marcar para posterior reconhecimento, podendo usar-se argolas de arame (Dordio *et al.*, 1980); Peters e Wilson (1983) recomendam a utilização de marcas de cor diferente para os sucessivos períodos de germinação, caso as infestantes apresentem uma germinação escalonada.

Caussanel (1979) chama no entanto a atenção, à semelhança das críticas de Peters (1972) atrás referidas, para os possíveis efeitos do arranque das infestantes na estrutura do solo e como factor de perturbação para as plantas que permanecem, bem como possíveis efeitos de fitotoxicidade devidos à utilização de herbicidas.

Os resultados dos ensaios aditivos podem ser expressos graficamente em função da densidade de infestação ou da produção de uma espécie em estudo, muito embora nos estudos envolvendo mais de duas espécies, Caussanel (1979) considere o parâmetro biomassa total mais significativo do que a densidade de infestação, opinião que, vai contra a de outros autores que consideram o parâmetro biomassa total de pouca utilidade prática em termos de previsão.

Nos métodos para estimar prejuízos causados por infestantes este investigador francês admite duas vias distintas:

- o método de avaliação dos prejuízos devidos à infestante dominante num determinado local por comparação com culturas não infestadas, aconselhando a utilização de ensaios com testemunha adjacente. Nestas experiências a densidade das infestantes é determinada pelo número de plantas infestantes existentes por unidade de superfície;
- o método de avaliação dos prejuízos devidos às infestantes presentes nos talhões não mondados (testemunhas absolutas) dos ensaios de herbicidas, em relação à cultura mondada quimicamente com um produto de referência. Se existir uma infestante largamente dominante a densidade é avaliada como no método anterior. No entanto é mais frequente que exista uma diversidade de espécies concorrentes. Nesta situação a densidade será avaliada pelo grau de recobrimento, desde que os dados sejam referidos a uma época do ano bem determinada.

Oliveira, em 1976, havia já sugerido a utilização dos dados da experimentação com herbicidas, no sentido de obter informações relativas à importância dos prejuízos causados pelas infestantes nas diferentes culturas, no nosso país.

Para qual propunha este autor a comparação entre as produções da testemunha absoluta e da modalidade tratada mais produtiva, considerando a diferença como prejuízos potenciais causados pelas infestantes. Refira-se que prejuízos potenciais são, por definição, os que se espera que ocorram na ausência de medidas de controlo (Chiarappa, 1981b).

Spitters e Van den Berg (1983) discutem três tipos de ensaios utilizados em estudos em estudos de competição e que designam por: ensaios aditivos, ensaios de substituição e ensaios delineados para simular a competição no tempo.

Os ensaios aditivos correspondem ao modelo aditivo descrito por Caussanel (1979) e destinam-se segundo os autores a avaliar a fracção de que é reduzida a produção da cultura devido à presença das infestantes, sendo a produção dos talhões infestados expressa em percentagem da produção obtida nos talhões sem infestantes. Os autores apontam ainda a estes ensaios a desvantagem de não existirem modelos matemáticos adequados para

permitirem, com base nos dados assim recolhidos, a realização de previsões (figura 1), dificuldade que o trabalho de Cousens (1985) aparentemente resolveu.

Os ensaios de substituição (modelo de substituição atrás referido) apresentam na óptica destes investigadores a desvantagem de não representarem directamente os problemas resultantes da presença das infestantes nas condições práticas (figura 2).

Relativamente aos ensaios delineados para simular a competição no tempo, estes são realizados com o objectivo de fornecer dados de base, que sirvam de suporte à modelação. Tais dados são provenientes de ensaios de espaçamento com as espécies a desenvolverem-se em monocultura e colhidas a intervalos de tempo pré-determinados.

Finalmente Koch *et al.* (1983), referindo o papel dinamizador que a FAO tem desenvolvido no que respeita à avaliação dos prejuízos causados pelos inimigos das culturas e na divulgação de metodologias apropriadas, discutem alguns métodos:

- experiências em pequenos talhões, largamente utilizadas, que permitem efectuar tratamentos emparelhados (especialmente indicados para avaliar prejuízos originados por uma dada densidade de infestação) ou ensaios factoriais (mais apropriados para estudar os efeitos de várias densidades de infestação ou diferentes durações e épocas de competição na produção), devem ser realizadas, na opinião dos autores, em campos de agricultores, por forma a traduzirem as condições normais da agricultura da região;
- comparação em meio campo, em que uma parte representativa do campo (por exemplo, metade da área cultivada) não é mondada, sofrendo a restante a monda normal na região ou então uma mais intensa de forma a garantir a não ocorrência de infestantes;
- avaliação (“survey”) (amostragem), que procura determinar, através de amostragens de distribuição e abundância das infestantes e seu relacionamento com as produções obtidas, quais os efeitos negativos que estas originam nos rendimentos das culturas: a amostragem

desempenha aqui um importante papel na avaliação da densidade das infestantes, pelo que se relembra o já citado trabalho de Kligman (1970);

- informações com base em dados indirectos, provenientes de estimativas efectuadas por especialistas; de inquéritos a agricultores, técnicos regionais, extensionistas: de resultados de ensaios de eficácia de herbicidas ou de avaliação de infestantes e sua importância nas culturas;
- modelação, permitindo efectuar previsões, assentando o seu desenvolvimento nos dados da experimentação já realizada e no seu tratamento matemático.

Pretendeu-se descrever aqui, de forma não exaustiva, as metodologias que se julga terem sido e que continuam a ser mais utilizadas nos estudos de competição e cálculo de prejuízos causados pelas infestantes nas culturas. Relativamente aos delineamentos estatísticos usados são referidos com muita frequência os blocos causalizados, o quadrado latino e ensaios factoriais, embora haja autores que recorrem a outros delineamentos nos estudos por si realizados por lhes reconhecerem vantagens.

3.4-Utilização dos estudos de prejuízos na racionalização do combate às infestantes.

Tendo tomado consciência do carácter empírico com que o combate às infestantes se efectuava, alguns investigadores procuraram esclarecer qual o efeito da duração da competição nas culturas, visto não ser inferente realizar a monda em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura.

Neste sentido, os estudos de competição passaram a ser orientados no sentido de determinar quais os períodos críticos das culturas, relativamente à competição das infestantes.

O período crítico traduz, assim, o intervalo de tempo óptimo para realização da monda de forma a impedir a ocorrência de prejuízos potenciais (Weaver, 1984) e corresponde ao tempo compreendido entre o período inicial em que as infestantes podem ser toleradas sem afectar a produção e o ponto depois do qual o crescimento das infestantes volta a não afectar a produção.

A sua determinação resulta de experimentação com duas modalidades distintas: por um lado a cultura é mantida limpa de infestantes no início do ciclo vegetativo da cultura, por períodos de duração variável, deixando-se crescer as infestantes na parte final deste (o que indica o ponto a partir do qual as infestantes deixam de causar prejuízos nas culturas) e por outro lado a cultura é conservada com infestantes no início do seu desenvolvimento e em períodos específicos do seu ciclo as infestantes são eliminadas mantendo-se a cultura limpa até ao fim (obtendo-se informação sobre o ponto em que as infestantes passam a causar prejuízos à cultura). Da comparação dos dois valores é teoricamente possível determinar o período crítico, ou seja o período em que se deve manter a cultura limpa (Nieto *et al.*, 1968). Em 1969, Kasasian e Seeyase propuseram a hipótese geral de se considerar que a cultura necessita de estar limpa de infestantes durante um período de $1/4$ a $1/3$ do seu ciclo vegetativo, o que parece ser uma boa generalização embora necessite ser confirmado experimentalmente para cada cultura (Zimdahl, 1980). Este último autor compilou a informação existente a nível mundial, apresentando as seguintes tabelas: uma com os valores de duração da competição inicial toleráveis, para mais de duas dezenas de culturas, sem ocorrerem prejuízos e outra com os períodos de tempo que mais de uma dezena de culturas necessitem de estar sem infestação para, de igual forma, não ocorrerem prejuízos.

Como resultado da intercepção dos dados das tabelas atrás referidas o autor infere os valores do período crítico para as culturas do feijão, milho, algodão, amendoim, batata, arroz, e soja. Glauninger e Holzner (1982) indicam também com base em elementos bibliográficos, qual o período crítico para as culturas de milho, beterraba, cereais, feijão e algodão, referindo para além disso a sua existência nas culturas de arroz, tomate e batata. Outros autores têm publicado

valores de períodos críticos para diferentes culturas, referindo-se, por exemplo, Koch e Kemmer (1980).

Contudo Zimdahl (1980) levanta a questão da existência da período crítico para todas as culturas, havendo algumas em que se reconhece não haver um verdadeiro período crítico, como Weaver (1984) demonstrou para algumas hortícolas, bastando nesta situação a realização de uma única operação de monda no momento apropriado (Spitters e Van den Berg, 1982), para evitar que ocorram prejuízos. Zimdahl (1980) chama ainda a atenção para o facto do período crítico variar com as infestantes, o nível de fertilidade e o compasso da cultura, referindo Weaver (1984) a influência da variedade, localização, densidade de infestação e ano na variação do período crítico. Esta autora considera também que a utilidade do conceito no combate às infestantes sofre limitações pelo facto da monda (referindo-se certamente à química) ser realizada mais em função dos desenvolvimentos da cultura e das infestantes (e por consequência da susceptibilidade ou tolerância de ambas) pois um número elevado dos herbicidas utilizáveis só são eficazes se aplicados em pré-emergência ou pós-emergência mas com pequeno desenvolvimento das infestantes. Por este facto o interesse deste conceito residiria mais, na opinião da autora, no seu contributo para o esclarecimento das relações competitivas entre as infestantes e a cultura do que propriamente pela sua aplicação prática.

Esta situação, característica dos países mais desenvolvidos e, como atrás se viu, daqueles onde os prejuízos causados pelas infestantes são menores, pode ser completamente diferente em situações onde a monda manual ainda seja largamente usada. Daí que nos países menos desenvolvidos onde, como se referiu, os prejuízos causados pelas infestantes assumem maiores valores, o conceito possa ter uma grande importância, quer ao nível da investigação quer da extensão rural, dado que os agricultores muitas vezes mondam muito tarde ou nem sequer realizam esta operação, sofrendo assim elevados prejuízos (Vernon e Parker, 1983).

Por seu turno Snaydon (1982), embora seja crítico em relação a este conceito por considerar que tem sido utilizado com ambiguidade, reconhece-lhe vantagens nomeadamente se se dispuser de herbicidas eficazes de aplicação em pós-emergência ou se se pretender manter a cultura sem infestantes com

recurso a herbicidas de pré-emergência mas que reconhecidamente permaneçam activos no solo durante o período crítico.

Mas, enquanto a abordagem da racionalização do combate às infestantes atrás analisada se baseia na duração do período em que a cultura não deve sofrer competição, realizando as mondas em função desse período, outros investigadores preferenciaram outra linha de trabalho, em que a realização das mondas se baseia na densidade de infestação.

O problema residiria, assim, na determinação da densidade de infestação que causa prejuízos nas culturas.

Conjugando estas linhas de trabalho Koch *et al.* (1983) formalizaram mesmo o período crítico como intervalo de tempo durante o qual o nível de infestação deve ser mantido abaixo de um determinado valor.

Todavia esta linha de trabalho foi inicialmente desenvolvida tendo por base a ideia de que pequenas intensidades de infestação não originam prejuízos nas culturas, conceito que, tem sido alvo de numerosas críticas. Por esse facto, mais do que encontrar a densidade de infestação que começa a causar prejuízos nas culturas, importa determinar a densidade de infestação que, caso não sejam tomadas medidas de controlo, originará prejuízos nas culturas maiores que os custos do seu combate.

O objectivo é, portanto, a determinação de níveis económicos de ataque (por definição” a intensidade de ataque do inimigo da cultura a que se devem aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que a cultura sofram risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar mais o dos efeitos indesejáveis que estas últimas possam provocar “ (Amaro e Baggiolini, 1982)), para as principais infestantes, ou o seu conjunto, de cada cultura através do estudo da relação existente entre a densidade de infestação e a produção da cultura, por forma a obter uma base para a tomada de decisão respeitante ao controlo das infestantes.

Em termos gerais a aceitação deste conceito apresenta assim uma faceta económica e outra ecológica (tal como a própria noção de infestante, como se viu no primeiro capítulo), perdendo-se a económica com o reconhecimento do custo exagerado, sem contrapartida produtiva, se se pretender eliminar todas

as infestantes presentes num campo (o que só será justificável em casos particulares com a produção de sementes (Snaydon, 1982)) e com os custos cada vez mais elevados da mão-de-obra e dos herbicidas, nomeadamente os novos produtos com elevada especificidade; a ecológica como forma de evitar a utilização injustificada dos herbicidas, procurando reduzir os eventuais efeitos secundários causados pela utilização inadequada destes.

A sua utilidade prática para a tomada de decisão relativa ao combate às infestantes parece ter um papel mais importante na monda manual ou mecânica do que na química, dado que naquelas a densidade de infestação desempenha um papel mais determinante (Koch, 1979).

Em relação à monda química o aparecimento no mercado de herbicidas eficazes para gramíneas e/ou dicotiledóneas aplicados em pós-emergência tornaram possível a estratégia do “tratar quando necessário”, nos campo e anos em que a infestação ultrapasse o nível económico de ataque (Marra e Carlson, 1983). Tais produtos deverão obviamente ser usados na fase em que as infestantes são especialmente prejudiciais à cultura, o que, por norma, ocorre num período inicial do desenvolvimento desta, como se viu atrás quando se tratou do “período crítico”, durante o qual as infestantes apresentam ainda elevada susceptibilidade ao produto, dado que a quebra de eficácia só ocorre numa fase desenvolvimento posterior.

No que respeita aos herbicidas aplicados em pré-emergência, Koch (1979) reconhece que os níveis económicos de ataque poderão funcionar como um importante elemento de decisão, se se dispuser de uma previsão de infestação suficientemente digna de confiança. Mais tarde Mortimer e Firbank (1983) propõem como linha de estudo a desenvolver a realização de amostragem de solo com a finalidade de prever o grau de infestação através de determinação da taxa de sementes que se encontram em condições de germinar. Relativamente a esta questão, Cousens *et al.* (1985) propõem mesmo a determinação de “limiares de previsão”, estabelecidos com base na infestação verificada no ano anterior, tendo em conta a taxa de acréscimo potencial da (s) espécie (s) envolvida (s).

A determinação do nível económico de ataque resulta da comparação de informação respeitante à estimativa dos risco ou de ameaça com a informação relativa à estimativa do custo dos meios de protecção usados (Amaro e Bagguilini, 1982).

A estimativa do risco é traduzida pela interferência existente entre a infestante, ou conjunto de infestantes e a cultura, utilizando-se, para a avaliar, a relação entre a cultura, utilizando-se, para a avaliar, a relação entre a densidade de infestação e a produção da cultura. É necessário ainda conhecer o preço revisível da cultura na época da colheita para determinar qual a expressão económica do prejuízo directos importa também ter em conta possíveis prejuízos indirectos: relativamente à estimativa dos custos, se a munda utilizada for manual ou mecânica, estes são por norma determinados pelas intensidades da infestação (Koch, 1979). No caso de se utilizarem herbicidas, os custos são independentes da densidade de infestação para a maioria das espécies, devendo então considerar-se o(s) preço(s) do(s) produto(s) e custos da sua aplicação. Tem ainda que levar-se em linha de conta a eficácia do produto (Marre e Carlson, 1983) e possíveis efeitos secundários dos produtos aplicados.

Como se depreende a obtenção de níveis económicos de ataque é difícil pois dependem do valor dos prejuízos e estes, como se analisou, dependem de um conjunto de condições bióticas, abióticas e ambientais interactuantes. Por sua vez o prejuízo é previsto com base na densidade de infestação, facto que leva alguns autores a considerarem os níveis económicos de ataque, embora um conceito válido, inadequados aos estudos de competição das infestantes, uma vez que a densidade de infestação, sendo uma componente importante não é, por si, a única responsável pelos prejuízos verificados (Zimdahl, 1983). Este autor propõe que conjuntamente com a densidade de infestação se utilize o valor da biomassa das infestantes em determinados estádios do seu desenvolvimento.

No sentido de ultrapassar estas dificuldades Koch *et al.* (1983) propõem a aproximação aos valores dos níveis económicos de ataque através dos dados de experimentação em pequenos talhões e da reavaliação de dados indirectos (ver capítulo 3.5), devendo os valores assim obtidos ser validados através de

verificação experimental no campo, de forma a funcionarem como um precioso auxiliar na tomada de decisão respeitante à munda a nível local e regional. Porém, Cousens *et al.* (1985) criticam a utilização de dados resultantes de ensaios de eficácia de herbicidas na determinação de níveis económicos de ataque. Em sua opinião estes devem resultar de experimentação apropriada, especificamente realizada com esse objectivo.

Apesar das dificuldades atrás apontadas e que fazem com que os níveis económicos de ataque sejam considerados de obtenção difícil, numerosos estudos têm sido realizados com essa finalidade e a sua determinação é tida como um dos objectivos a alcançar (Zimdahl, 1983) especialmente nos casos em que as medidas de controlo sejam significativamente mais onerosas (Koch, 1979).

Alguns investigadores (Marra e Carlson, 1983; Reichelderfer *et al.*, 1984; Cousens *et al.*, 1985) expressaram este conceito através da seguinte igualdade:

$$d = \frac{C}{R.P.E.}$$

em que:

d= densidade de infestação considerada nível económico de ataque;

C= custos da munda (no caso da munda química inclui o preço do (s) produto (s) e da sua aplicação);

R= redução na produção causada pela competição entre infestantes e a cultura;

P= preço a receber por unidade produzida na cultura;

E= eficácia da munda (redução observada na densidade de infestação mercê de munda manual, mecânica ou uso de herbicidas).

Como resultado da investigação efectuada é já hoje possível encontrar na bibliografia valores de níveis económicos de ataque estimados ou provenientes de experimentação realizada em várias culturas e locais (Glauminger e Holzner, 1982; Cousens *et al.*, 1985).

Tais valores deverão apenas ser considerados a título indicativo (ou quando muito como base de partida para experimentação de validação) pois na realidade, os valores provenientes de experimentação numa dada situação são apenas válidos para essa situação (Bachthaler, 1975).

A nível nacional citam-se pela sua importância os trabalhos efectuados no Alentejo, no sentido de determinar o nível económico de ataque para o balanço (*Avena sterilis ssp. Sterilis*) nas searas de trigo (Dordio *et al.*, 1980), (Madeira *et al.*, 1984) tendo os autores concluído que, nas condições do ensaio, o nível económico de ataque foi de 20-40 pés de balanço/m² e que parece haver vantagens em efectuar a monda quando a cultura se encontrar nos estados fenológicos 13-14 a 15-23 da escala de Zadoks.

Os níveis económicos de ataque, baseados em dados correntes de natureza agronómica e económica e respeitantes a diferentes infestantes, ou grupo de infestantes, tipos de solo e diversos factores geográficos, são indispensáveis para o desenvolvimento da protecção integrada nas culturas (Marra e Carlson, 1983), pois como Amaro e Baggiolini (1982) referem este conceito constitui o elemento fundamental e característico da protecção integrada.

A protecção integrada surge então como forma de minimizar os problemas levantados pela luta química, como sejam o aparecimento de indivíduos resistentes aos herbicidas sistematicamente utilizados, as alterações da flora infestante pelo uso repetido de substâncias activas com o mesmo espectro de acção, facto que tem levado algumas adventícias pouco abundantes nas culturas ou até ruderais a tornarem-se infestantes principais, fruto da selecção florística operada e porque se tem vindo a reconhecer que a luta química “sozinha, não satisfaz, nem no plano técnico, nem no económico nem no ambiental”(Brader, 1982).

Daí que Koch (1972) e depois dele muitos outros, tenham proposto, a par da utilização da luta química aplicada com preocupações económicas e

ecológicas, o recurso a todas as metodologias que permitam o controlo das infestantes, de que são exemplo: controlo mecânico, rotações, diversas técnicas culturais, solarização, luta biológica, numa perspectiva integrada.

Tais objectivos necessitam, porém de intensificação do nível de investigação, educação e extensão e ainda do desenvolvimento de novos métodos de investigação e interpretação dos resultados obtidos (Koch, 1979).

4-Ensaio de competição de infestantes na cultura do feijão em condições de défice hídrico

4.1- Introdução

Pretendendo avaliar o efeito das infestantes na produção do feijão em condições de défice hídrico montou-se o ensaio do tipo aditivo tendo-se a fim de determinar o número de dias a partir do qual a cultura deve estar isenta de infestantes, para um nível de perdas arbitrárias de 5% e para um nível de tolerância determinado para a situação concreta portuguesa que é de 4,3%.

4.2-Material e métodos

O ensaio foi realizado no Baixo Alentejo, no concelho de Beja sob as condições de campo, que se encontra à latitude de 38°00'65", longitude de 07°51'55" e altitude de 288 metros.

Neste ensaio foi utilizado o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) a variedade Manata (Fidalgo Anão) pertencente ao grupo comercial vermelho que possui hábito de crescimento determinado do tipo I.

O solo usado neste ensaio experimental, é pertencente aos barros pretos de Beja: barros pretos calcários pouco descarbonatados: de rochas eruptivas básicas ou grés argilosos calcários ou margas. Cujo resultado da análise física e química se encontra na Tabela 9. Na preparação do solo foi utilizado um chisel para descompactação do solo e várias gradagens não se encontrando o solo em período de sazão, pois o solo encontrava-se saturado na altura das gradagens devido à precipitação que se verificou antes da sua preparação.

Foi efectuada a análise física e química conforme se pode observar na tabela 8.

Tabela 8-Análise física e química do solo do ensaio (Beja).

Parâmetros	Classificação
Terra fina (%)	74,1
Densidade aparente	1,2
Textura manual ou de campo	Fina
Matéria orgânica total (%) (Walkley e Black)	06 Nível muito baixo
Potássio extraível mg.k ⁻¹ (Egner- Riehn)	>200 Nível muito alto
Fosforo extraível mg.k ⁻¹ (Egner- Riehn)	103 Nível alto
pH (H ₂ O)	7,1 Reacção neutra

Fonte: Laboratório de análises de terras. Departamento de Biociências. Escola Superior Agrária de Beja. ESAB.

A sementeira foi efectuada com o recurso a um semeador de cinco linhas, com o espaçamento de 0,45 m entre linhas, e entre sementes de 0.06m, tendo sido realizada no dia 5 de Maio de 2013. Todo o ensaio foi regado, com o sistema gota-a-gota com gotejadores auto-compensantes (1.1l/H) de 30 cm em 30 cm colocados alternadamente nas entrelinhas da cultura e monitorado pelo sistema Diviner (sonda de medição do teor de humidade do solo portátil) (figura 3).



Figura 3-Medição do teor de humidade no solo através da sonda Diviner.

De acordo com a evapotranspiração da cultura e o teor de humidade medida no solo foi calculada a quantidade de água necessária aplicar à cultura de forma a manter o défice hídrico durante o ciclo da cultura.

Durante o ensaio, foram realizadas aplicações de fungicidas e, quando detectados afideos, de insecticidas em toda a área, com o objectivo de manter a cultura livre de pargas e doenças.

Os talhões tiveram uma área de 11,25m² cada, sendo compostas por seis linhas de sementeira por cinco metros de comprimento. As duas linhas externas, 0.5m de cada extremidade, de cada parcela experimental foram consideradas bordaduras que não foram colhidas, resultando a área útil de 6 m².

Os tratamentos experimentais foram constituídos por cinco períodos de convivência da cultura com as plantas infestantes: 0-15, 0-30, 0-45, 0-60, 0-colheita dias após a emergência (DAE) (figura 4) e mais uma testemunha sem a presença com as infestantes (0), tendo sido utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco repetições.

DAE						Repetição
Colheita	60	45	30	15	0	V
30	Colheita	15	60	0	45	IV
Colheita	45	60	15	0	30	III
0	15	Colheita	45	30	60	II
60	Colheita	30	45	0	15	I
-----Estrada-----						

Figura 4- Esquema de implementação das parcelas no campo.

Os dados de precipitação e temperaturas mínimas, máxima e médias registadas no local e no decorrer do ensaio são os apresentados no gráfico 2.

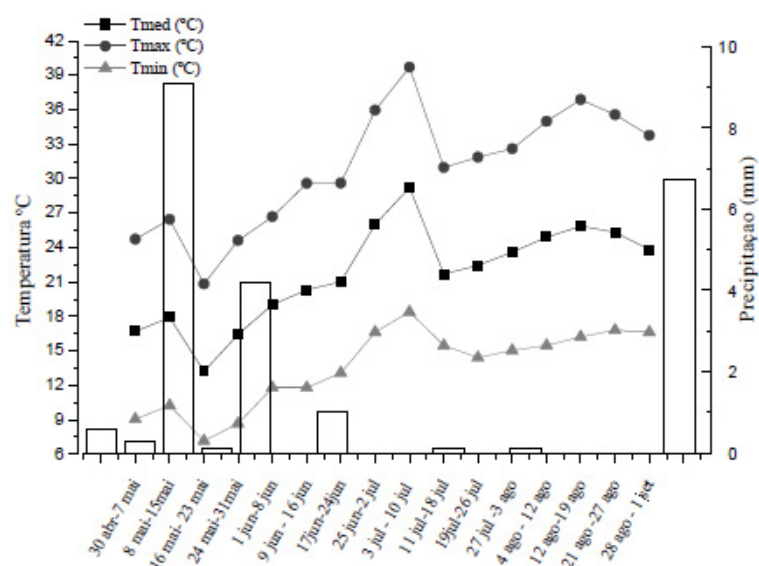


Gráfico 2 – Temperaturas médias (mínima, média e máxima) e precipitação registadas durante o ensaio (2013).

A avaliação das infestantes no ensaio foi realizada no fim de cada período de competição das infestantes de cada parcela. As infestantes presentes em duas áreas amostrais, de 0,25 m² escolhidas aleatoriamente nos talhões experimentais foram removidas, identificadas, separadas por espécie, contadas e pesadas com o objectivo da obtenção da massa fresca. Os talhões, após o fim de competição com as infestantes, foram então mantidos sem infestantes até à colheita (figura 5), recorrendo a mondas manuais periódicas, com o recurso a um sacho.



Figura 5- Talhão mantido sem infestantes até à colheita.

Com os dados da comunidade infestante foi calculada a importância relativa da comunidade infestante, que consiste num índice que envolve três factores: frequência relativa; densidade relativa e dominância relativa, seguindo fórmulas propostas por Mueller-Dombois e Elleberg (1974).

A colheita iniciou-se aos 97 DAE, sendo feita manualmente. As vagens foram debulhadas de forma manual e os grãos colhidos foram pesados.

A análise dos dados da produtividade foi realizada individualmente e os resultados foram submetidos à análise de regressão pelo modelo sigmoidal de Boltzmann.

Sendo:

$$Y = \frac{(P1 - P2)}{1 + e^{(x-x_0)/dx}} + P2$$

Onde:

y = produtividade de grão do feijoeiro em função dos períodos de competição com as infestantes.

P1 = produção máxima obtida nas plantas mantidas monodadas durante todo o ciclo.

P2 = produção mínima obtida nas plantas em competição com as infestantes durante o período máximo (colheita).

(P1 – P2) = perdas de produção.

x = limite superior do período de competição.

X₀ = limite superior do período de competição com as infestantes, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e mínima.

dx = parâmetro que indica a velocidade de perda de produção em função do tempo de competição com as infestantes.

Com base nas equações de regressão foram determinados os períodos anteriores à interferência das infestantes para o nível arbitrário de tolerância de

5% de redução na produtividade do feijoeiro, em relação ao tratamento mantido na ausência das infestantes.

A análise do nível de tolerância (NT) foi de acordo com Portugal e Moreira (2011):

$$Y^* = \frac{C}{P \cdot Y_{pp} \cdot E} \times 100$$

Y^* = a percentagem de perdas;

C = preço do combate das plantas infestantes: valor do herbicida mais a sua aplicação (custos fixos sendo depreciação do tractor e pulverizador e custos variáveis como mão-de-obra, lubrificante e combustível);

P = preço pago por quilo do feijão ao produtor;

Y_{pp} = produção potencial paga ao produtor;

E = factor de segurança do herbicida.

Os parâmetros usados foram determinados com base em informação recolhida junto de empresas na região, referentes ao ano de 2013. Para o controlo das infestantes foram utilizados três herbicidas: pendimethalin (pré-emergência) com o custo de 25€/ha, quizalofop-P-ethyl (pós-emergência) para o controlo de monocotiledóneas com o custo de 54€/ha e glyphosate (pós-emergente) com aplicação localizada para plantas de difícil controlo, com o custo de 2,50€/ha. O custo de aplicação do herbicida por hectare (custos fixos e variáveis) de 15€/ha. Portanto, o controlo das infestantes por hectare foi fixado em 96,50€.ha⁻¹. A produtividade da cultura (produção potencial) foi obtida em cada caso particular a partir da testemunha, ausente da competição com as infestantes durante todo o ensaio experimental. O valor monetário do grão de feijão foi obtido por consulta directamente aos produtores de feijão do Alentejo, sendo fixado em 2,75 euros kg⁻¹. O factor de segurança do herbicida varia entre 0-1, sendo utilizado o nível arbitrário de 0,8 neste caso.

4.3-Resultados e discussão

A comunidade infestante presente neste ensaio foi composta por 23 espécies de plantas infestantes, sendo 86% de dicotiledóneas e apenas 13% de monocotiledóneas. Nas dicotiledóneas, destacaram-se as famílias *Asteraceae* com sete espécies e *Amaranthaceae* e *Polygonaceae* com duas espécies cada. Também estavam presentes as famílias *Boraginaceae*, *Chenopodiaceae*, *Convolvulaceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Plantaginaceae*, *Portulacaceae* com uma espécie cada. Das monocotiledóneas, somente a família *Poaceae* esteve presente (Tabela 9), possuindo três espécies.

Tabela 9-Plantas infestantes encontradas durante o ensaio experimental.

Família	Nome científico	Nome popular	Classe
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Chenopodium album</i> L. var <i>album</i>	Catassol	Dicotiledónea
	<i>Chenopodium opulifolium</i> Schrad	Couve-maltesa	
<i>Asteraceae</i>	<i>Calendula arvensis</i> L.	Erva-vaqueira	Dicotiledónea
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha- macia	
	<i>Cichorium intybus</i> L.	Almeirão	
	<i>Picris echioides</i> L.	Raspa saias	
	<i>Centaurea melitensis</i> L.	Beija-mão	
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn	Cardo-leiteiro	
	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pica três	
<i>Boraginaceae</i>	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Ervas-das-verrugas	Dicotiledónea
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Beta marítima</i> L.	Acelga silvestre	Dicotiledónea
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L. subsp <i>arvenses</i>	Corda-de-viola	Dicotiledónea
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A. Rich subsp <i>dioicum</i>	Pepino-de-são-gregório	Dicotiledónea
<i>Fabaceae</i>	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Carrapiço	Dicotiledónea
<i>Malvaceae</i>	<i>Lavatera cretica</i> L.	Malva	Dicotiledónea
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Kickxia spuria</i> L.	Falsa-verónica	Dicotiledónea
<i>Poaceae</i>	<i>Phalaris minor</i> Retz	Erva-cabecinha	Monocotiledónea
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Azevém	
	<i>Phalaris brachystachys</i> Link.	Alpista brava	
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Sempre-noiva	Dicotiledónea
	<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>Pulcher</i> .	Labaga-sinuada	
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega	Dicotiledónea

Das plantas infestantes, que encontramos no ensaio, as espécies *Beta marítima* e *Polygonum aviculare* foram as que apresentaram maior importância relativa (IR) (Gráfico 3). A *Beta marítima* apresentou o número maior de IR, variando de 30 a 41%, seguidas por *Chenopodium album*. Aos 15 DAE, foi verificado o menor IR de *B. marítima* (30%) (ráfico 4 e 5).

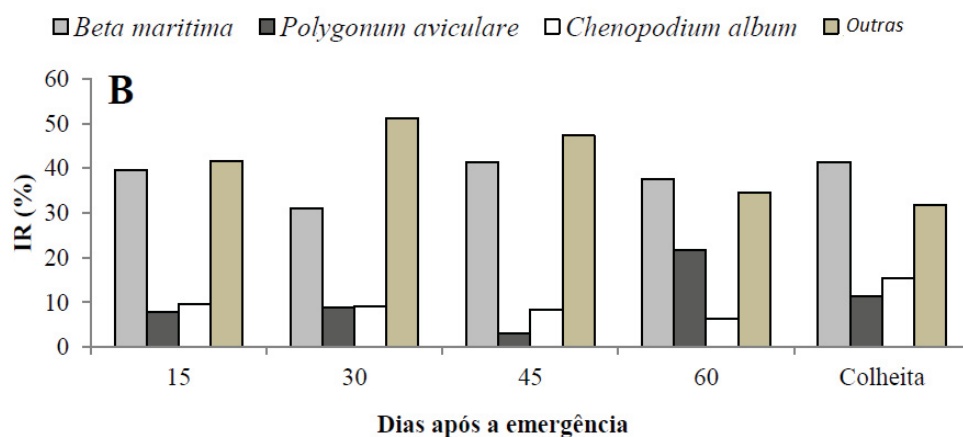


Gráfico 3 - Importância relativa IR (%) das principais plantas infestantes, *Beta marítima*, *Chenopodium álbum*, *Convolvulus arvensis* e *Polygonum aviculare* e as outras plantas no final dos períodos de competição com o feijoeiro.

Após este período, a percentagem de IR de *B. marítima* aumentou para 41%, ficando estável até o momento da colheita.

A IR de *Polygonum aviculare* foi estável até aos 30 DAE, com 7% em média, mas aos 45 DAE ocorreu um decréscimo, reduzindo-a para apenas 3%. Entretanto, na avaliação seguinte (60 DAE) foi encontrada maior densidade de indivíduos possuindo grande quantidade de massa fresca (175 g.m^{-2}) aumentando o IR para 21%, mas a massa fresca encontrada na avaliação posterior foi bem menor (50 g.m^{-2}) pois sendo esta avaliação feita à colheita muitas infestantes na fase final do seu ciclo, fazendo com que o IR diminuísse (11%).

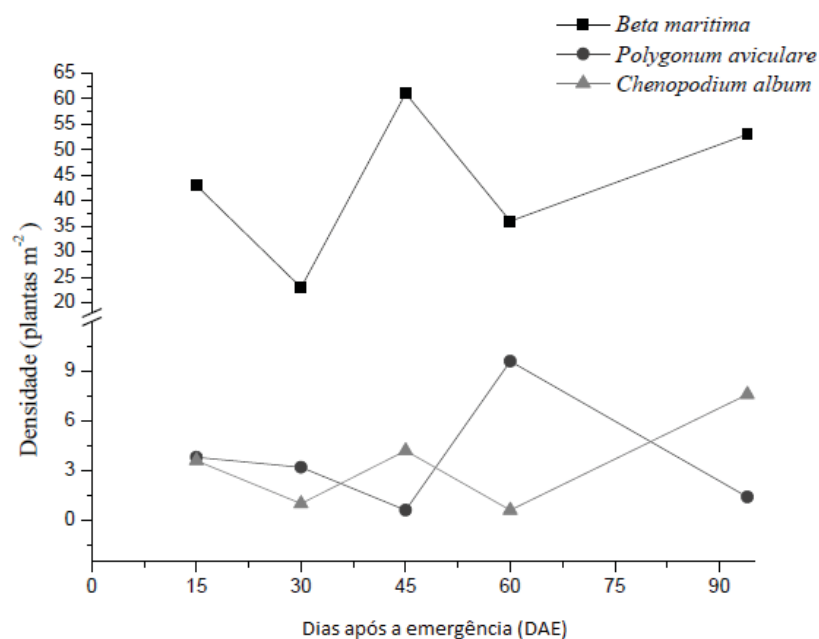


Gráfico 4-Densidade das principais plantas infestantes (plantas m⁻²) ao final do período de competição com os feijoeiros.

O comportamento da *Chenopodium album* foi regular, sem oscilações durante todo o ciclo do ensaio, apresentando valores à volta de 10% de IR, mas na colheita o IR aumentou para 15%, pois ocorreu o aumento de densidade e de massa fresca dos indivíduos desta espécie.

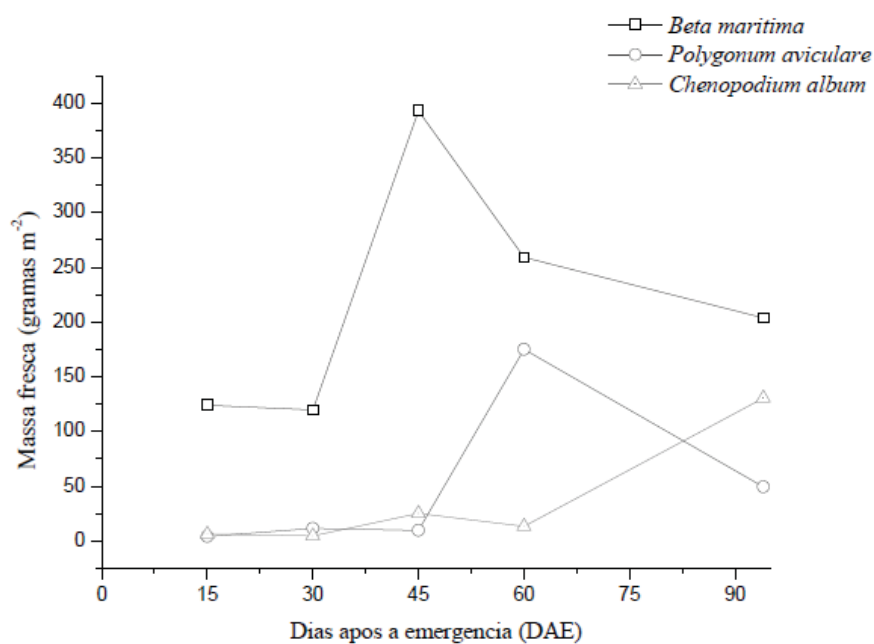


Gráfico 5 - Massa fresca das principais plantas infestantes (g.m⁻²) ao final dos períodos de competição

4.3.1-Produtividade

Na Tabela 10, pode-se verificar que a produtividade do feijoeiro (P1) em déficit hídrico foi estimada em 998 kg.ha⁻¹, mas a competição com as infestantes reduziu a produtividade para 234 kg.ha⁻¹ (P2), equivalendo a uma redução de 76,6%.

Tabela 10- Parâmetros determinados para as equações sigmoidais de Boltzman ajustadas aos dados de produtividade de grãos em função dos períodos de convivência com as infestantes.

Parâmetros	
P1	998 kg ha ⁻¹
P2	234 kg ha ⁻¹
X0	19,5
dx	3,3
R ²	0,99
Redução produção	76,6%

Obs.: y (produtividade de grãos do feijoeiro em função dos períodos de competição), P1 (produção máxima obtida nas plantas mantidas monodadas durante todo o ciclo), P2 (produção mínima obtida nas plantas em convivência com as infestantes durante o período máximo de 97 dias), X (limite superior do período de competição), X0 (limite superior do período de competição, que corresponde ao valor intermédio entre a produção máxima e mínima), dx (parâmetro que indica a velocidade de perda de produção em função do tempo de competição) e R² (coeficiente de regressão).

A produção máxima da cultura do feijão foi reduzida em 50%, próximo do 20º dia de competição com as plantas infestantes, presentes neste ensaio experimental.

Em Itália e na presença do mesmo clima (Mediterrâneo) que em Portugal, as infestantes reduziram 60% a produção de feijão rasteiro (*Phaseolus vulgaris*) no ano de 2006 (Stagnari e Pisante, 2011).

No Brasil, a redução na produtividade da cultura do feijão competindo com as infestantes todo o seu ciclo também é alta. No estado de São Paulo, Parreira *et al.* (2011) verificaram perdas de produtividade de 56% e 60%, possuindo a cultura 0,45 m e 0,60 m de espaçamento entre linhas respectivamente.

Na ausência e na presença de adubação de cobertura, Bressanim *et al.* (2013) obtiveram 58% e 56% de redução na produtividade respectivamente, estando nesta situação as infestantes presentes durante todo o ciclo do feijoeiro.

Na produção de feijão rasteiro (*Phaseolus vulgaris*) no Irão, Kiani *et al.* (2012) constataram perdas de 53% na produtividade devido às infestantes. Isto evidencia que em todo o mundo a cultura do feijão é muito sensível à luta competitiva das infestantes.

Apesar de o factor biótico ter sido prejudicial, a deficiência hídrica, certamente que também afectou intensamente a produtividade do feijoeiro, pois a disponibilidade de água afecta o crescimento das plantas. Isto devido à interacção entre abertura estomática e produção de matéria seca, pois com o fecho dos estomas para equilibrar o balanço hídrico da planta, isto afecta directamente a produção (Oliva *et al.*, 1989). Isto também foi verificado por Stone e Moreira (2001) e Guimarães *et al.* (1996) na cultura do feijão quando ocorreu deficiência hídrica na fase vegetativa, diminuindo sensivelmente na fase de enchimento do grão.

Em relação à massa seca acumulada pelas infestantes presentes no ensaio no final do período de competição com a produtividade da cultura, verificou-se que houve decréscimo linear conforme podemos visualizar no gráfico 6.

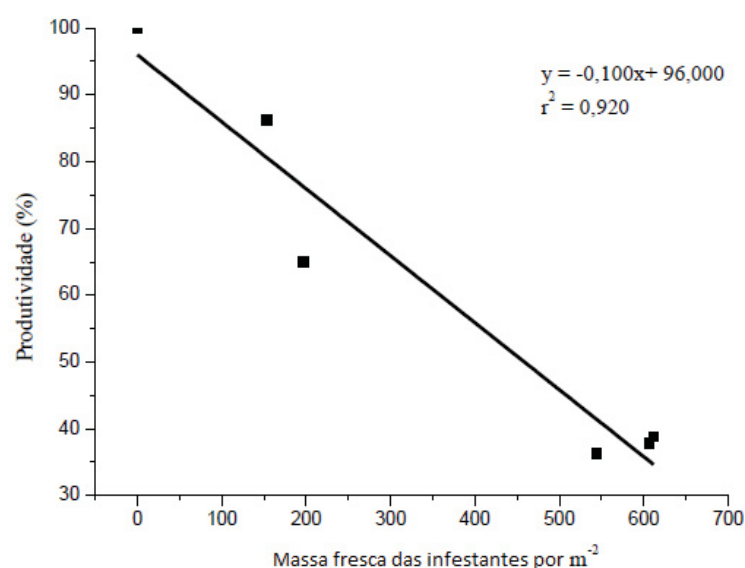


Gráfico 6- Influência massa fresca (g.m⁻²) das infestantes no final dos períodos de competição sobre a produtividade (%) do feijão.

Nestas condições, neste ensaio, para uma produtividade máxima de 96%, cada grama de massa fresca acumulada pelas infestantes levou a uma redução da produtividade de 0,1%. Podemos assim concluir uma vez mais, que existe pouca competitividade das plantas de feijão com as plantas infestantes.

O maior sucesso das plantas infestantes deve-se à maior agressividade em relação às plantas cultivadas, sendo que estas normalmente são seleccionadas geneticamente pelo Homem para uma alta produtividade e uniformidade de características morfológicas e agronómicas. Com isto, a sua variabilidade genética é reduzida e, normalmente, perde muita agressividade, estando assim mais sensível às adversidades do meio (Blanco, 1972; Pitelli *et al.*, 1987).

4.3.2-Períodos de competição

Com perda arbitrária de 5% na produção, o nível crítico de ataque (NCA) encontrado é de 10 DAE para a presença de deficiência hídrica (gráfico 7). Isso mostra que a cultura foi extremamente sensível à competição com esta comunidade infestante presente no ensaio. O cultivo de feijão Manata (Fidalgo Anão), por ser do tipo I, de arquitectura erecta, porte baixo e pouco ramificada, apresenta desvantagem competitiva, pois deixa espaço e luz para as plantas infestantes se instalarem no local.

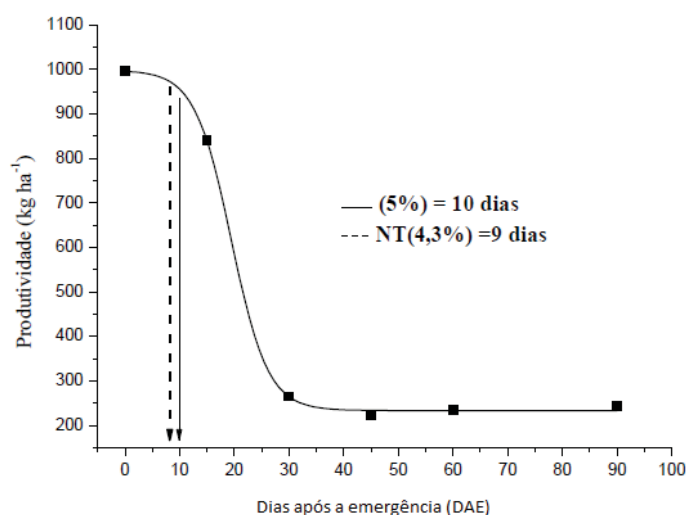


Gráfico 7 - Produtividade da cultura do feijão em relação aos períodos de competição com as infestantes, com a representação dos níveis críticos de ataque (NCA) considerando a perda arbitrária de 5% na produtividade e o nível de tolerância (NT).

Stagnari e Pisante (2011), com o nível arbitrário de 5% na redução na produtividade, encontraram NCA semelhante de 10 DAE, com o feijão rasteiro em Itália. No Brasil, também com um nível arbitrário de 5% na redução da produção, foram encontrados NCAs que variam de 7 a 20 DAE, diferenciando-se na variedade e na época de sementeira (Parreira *et al.* 2011, 2012; Bressanin *et al.* 2013),

Utilizando o nível de tolerância (NT) de acordo com cada caso, foi verificada uma perda aceitável economicamente de 4,3% na produtividade. O NCA encontrado de acordo com o NT foi de 9 DAE (gráfico 9).

Contudo a redução na produção verificada neste ensaio foi de 42,91 Kg.ha⁻¹. No nível arbitrário de 5% de perda na produtividade, as reduções seriam de 86,1 kg ha⁻¹. Estando o preço do feijão situado nos 2,75€, o produtor perderia 236,77€/ha. Com o NT, as perdas seriam reduzidas para 118,00€/ha, possuindo um retorno de 118,77€/ha para a cultura, superando assim desta maneira o preço de uma nova aplicação de herbicida no controlo das infestantes (96,50€ por hectare), sobrando ainda recursos monetários para uma possível futura aplicação de herbicida.

A diferença em dias, para este ensaio realizado em défice hídrico, o NCA foi reduzido apenas 1 dia (Tabela 11).

Tabela 11-Nível crítico de ataque (NCA) considerando as abordagens de 5% de redução na produtividade e utilizando o nível de tolerância (NT) e diferença entre os mesmos.

Parâmetros	Dias após a emergência (DAE)
5%	10
NT	9
(5%-NT)	1

O NCA foi curto, estando ainda a planta no início de seu desenvolvimento vegetativo. Contudo, seja qual for a abordagem usada para a obtenção do nível crítico de ataque das infestantes na cultura do feijão, o controlo deve ser sempre feito.

5-Conclusão

Se optarmos por efectuar o controlo químico das infestantes na cultura do feijão, devemos optar por um herbicida de pré-emergência que tenha efeito residual (10 dias ou mais), tendo no entanto nós a preocupação com o impacto da aplicação deste produto no ambiente.

Nesta situação concreta, determinar o NCA segundo critérios económicos mostrou-se vantajoso para o produtor, pois obteve-se o retorno económico desejável, principalmente se tivermos perante uma cultura que possui alto nível de tecnologia, com grande produtividade (ausência de deficiência hídrica) pois neste ensaio trabalhamos apenas com défice hídrico. Contudo, o nível arbitrário de 5% na perda de produtividade mostrou-se prático para determinar o NCA, pois dispensa cálculos e a diferença em relação ao NT não foi maior do que 1 dia.

Os níveis críticos de ataque das infestantes no feijoeiro Manata (Fidalgo Anão), sob condições de deficiência hídrica foi de 10 dias de competição com as infestantes no nível aceitável de 5% de redução e de 9 dias de competição utilizando o (NT), com uma comunidade infestante composta, como foi referido anteriormente, essencialmente por *Beta marítima*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis* e *Polygonum aviculare*.

Para outras culturas que sejam mais ou menos competitivas, com as plantas infestantes do que a cultura do feijão, deve-se estudar os níveis críticos de ataque caso a caso mais profundamente.

6-Bibliografia

- Abernathy, J. R. (1981). "*Estimated crop losses due to weeds with nonchemical management*", in: CRC Handbook of pest management in Agriculture, I, ed.D. Pimentel, 159-167, CRC press Florida.
- Anipla (2013). <http://www.anipla.com/anipla.html> consultado em 17/04/2014.
- Almeida,D..(2006) *Manual de culturas Hortícolas Volume II*. Lisboa.
- Amaro, P.;Baggiolini, M. (1982). Introdução à Protecção Integrada, L. FAO/DGPPA, Lisboa, 276pp.
- Amaro, P. (1969). As infestantes: prejuízos, classificação, biologia, ISA, fl 8/11 48 pp.
- Amaro, P.(1980). *O inicio da utilização e a evolução do consumo de Herbicidas em Portugal* . I Congr. Port.Fitiat. Fitofarm., 3, 245-270, SPFF, Lisboa.
- Amaro, P.; Baggiolini, M. (1982). Introdução à Protecção Integrada, 1, FAO/DGPPA, Lisboa, 126pp.
- Amaro, P.; Guerreiro, A. R. (1971). *Infestantes de maior importância nas searas de trigo em Portugal*. I Simp. Nac. Herbologia, I, 7-18, SCAP- SPFF, Lisboa.
- Ashby, d. g. ; Pfeiffer, R. K. (1956). Weeds. A limiting factor in Tropical Agriculture. Word Crops, 8, 227-229. (cit. Koch e Walker, 1983).
- Ashby, D. G.; Pfeiffer, R. K. (1956). Weeds. A limiting factor in Tropical Agriculture. World Crops, 8, 227-229. (Cit. Koch e Walker, 1983).
- Bachthler, G. (1975). Rentabilitätsunterssuchungen der Unkrautbekämpfung in Getreiderotationen auf ökologisch differenzier-tem Standorten. Z. f. Pfkkrankh. Sonderheft, / 47-56. (Cit. Glauning e Holzner, 1982).

- Barampama, Z.; Simard, R.E., (1993). Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. *Food Chemistry*, 47, 159-167.
- Beninger, C.W.; Hosfield, G.L., (2003). Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7879–7883.
- Blanco, H. G. (1972). A importância dos resultados ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. *O Biológico*, v. 38, p. 343-350.
- Borges, Ana E. L. (1976). Ensaio de competição em vaso entre o *Triticum durum* e o *Lolium rigidum*. II Simp. Nac. Herbologia, 2 11-20, SCAP-SPFF, Lisboa.
- Borges, M^a. L. (1979). Influência das infestantes na sanidade das culturas. Doc curso Biol. Escol. Ecol. Das infestantes- CBAUL/DGPPA: 8pp. (policopiado).
- Brader, L. (1982). “Introdução ao curso de Protecção Integrada”, in: Introdução à protecção Integrada eds. P. Amaro e M. Baggiolini, 1-6, FAO/DGPPA, Lisboa.
- Bressanin F. N. *et al.* (2013). Influência da adubação nitrogenada sobre a interferência de plantas daninhas em feijoeiro. *Revista Ceres*, v. 60, n.1, p. 43-52.
- Carlson, H. ; Hill, J. ; Baghott, K. (1981). Wild oat competition in spring wheast. *Proc. 33rd. Ann. Californian Weed Conf.*, 13-24. (Cit. Cousens, 1985).
- Caussanel, J., P. (1979). Methodes d’ étude et d’ estimstion de la concurrence entre plantes cultivees et mauvaises herbes annuelles. *Coluna.*, 1191-1204.
- Chandler, J. M. (1980). “Assessing losses caused by weeds”, in *Crop loss Assessment*, Proc. Com. E. C. Stakman Symposium, eds F. S. Teng; S. V. Krupa, 234-240, University Of Minesota, USA, 326 pp.

- Chandler, J.M. (1981). "Estimated losses of Crops To weeds", In: CRC Handbook of Pest management in agriculture, I, ed. D. Pimentel, 95-109, CRC press, Florida.
- Chaves, M^a. M. (1983). *Apontamentos da cadeira de Produtividade Vegetal I*. Curso Mestrado Produção Vegetal, ISA (Policopiado).
- Chiarappa, L. (1981^a). "A note on Supplement n^o 3", in Crop loss Assessment methods-supplement 3, ed. L. Chiarappa, 117-123. FAO/CAB.
- Chiarappa, L. (1981b)- "Crop loss terminology ", in: Crop loss Assessment methods- supplement 3, ed. L. Chiarappa, 117-123, FAO/CAB.
- Chisaka, H. (1977). "weed damage to crops: yield loss due to weed competition", in: Integrated Control of weeds, eds. J. D. Fryer e S. Matsunaka, 1-16, Univ. of Tokyo press, Tokyo.
- Cousens, R. (1985) A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Biol., 107, 239-252.
- Cousens, R. , Peters, N.C. B.; Marshall, C. J. (1984). Models of yield loss-weed density relationships. 7th international symposium on weed Biology, Ecology and Systematics: 37-374.
- Covarelli, G. (1984). Competition between *Chenopodium album* and sunflower. Proc. EWRS 3rd. Symp. On weed Problems in Mediterranean Area, 1, 117-120.
- Cramer, H. H. (1967). Plant protection and world crop production. Pflanz. Nachr. Bayer. 20 (1), 1-524. (Cit. Zimdahl, 1980).
- Dawson, J. H. (1971). Measuring effects of weeds on crops with emphasis on weed-crop competition. Proc. Canada weed Comm. Western Sect., 25, 23-27. (Cit. Zimdahl, 1980).
- Dawson, J. H.; Holstun, Jr. J. T. (1970). "Estimating losses from weeds in crops", in: Crop loss assessment methods, ED. L. Chiarappa, 3.2.2 (6pp.)FAO, Rome.

- Dew, d. A. (1972). An index of competition for estimating crop loss due to weeds. *Canadian Journal of Plant Science*, 52, 921-927. (Cit. Cousens, 1985).
- Dinelli, G.; Bonetti, A.; Minelli, M.; Marotti, I.; Catizone, P.; Mazzanti, A., (2006). Content of flavonols in Italian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ecotypes. *Food Chemistry*, 99, 105-114.
- Donald, C. M. (1963) *Competition among crop and pasture plants*. *Advances in Agron.*, 15, 1-118. (Cit. Zimdahl, 1980).
- Dordio, J. J. ; Doedio, M.F.; Madeira, J.M. (1980) *Balancos- Infestantes ds searas- Níveis de infestação*. I Congr. Port. Fitiat. Fitofarmac.,3, 223-236, SPFFF, Lisboa.
- FAOSTAT. (2013). FAOSTAT online database URL: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/compare/Q/QC/E>
- Gardé, A. & Gardé, N., (1971). *Culturas Hortícolas*. Livraria Clássica Editora.Porto.
- Godinho, I. (1984). Les definition “d’ adventice” et de “mauvaise herbe” *Weed research.*, 24 121-125.
- Godinho, I.; Costa, j. C. A. (1980)- Concorrencia da *Phalaris minor* retz na cultura do trigo. I Congr. Port. Fitiat. Fitofarmac.,3, 237-243.
- Guimarães D.R. *et al.*(1996). Plantas daninhas e seu controle na cultura do feijão. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina. A cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis, EPAGRI. p.161-176.
- Hall, R. (editor), (1991). *Compendium, of bean diseases*. APS Press, The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota.
- Hammerton, J. L.(1964). Aspects of weed competition inkale. *Proc. 7th British weed Control Conf.*, 389-395. (Cit. Cousens, 1985).

- Harper, J. L. (1977). *Population biology of plants*, Academic press, London. (Cit. Glawninger e Holzner, 1982).
- Holm, L. G. (1978). Some characteristics of weed problems in two worlds. *Proc. West. Soc. Weed Sci.*, 31, 3 (15pp) (Cit. Chandler, 1981).
- Hughes, J.S.; Acevedo, E.; Bressani, R.; Swanson, B.G., (1996). Effects of dietary fiber and tannins on protein utilization in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Science & Human Nutrition*, 29, 331-338
- Ilharco, L. A. (1979). O papel das infestantes na formação de pragas de afídeos (Homoptera- aphidoidea). Doc curso livre herbologia 1979-80, ISA, Lisboa 18 pp. (Policopiado)
- INE, (2004). *Estatísticas agrícolas 2003*. Instituto Nacional de Estatísticas, Lisboa.
- INE, (2012). Instituto Nacional de Estatística. URL: [URL:http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE)
- Kasasian, L.; Seeyave, J. (1969) Critical periods for Weed competition *P.A.N.S.*, 15, 208-212 (Cit. Zimdahl, 1980).
- Kiani, M. *et al.* (2012). Interaction Effects of Planting Date and Weed Competition on Yield and Yield Components of Three white Bean Cultivars in Semi-arid. *Journal of Crop Production and Processing*, v. 2, n.3.
- Klingman, D. L. (1970). "Measuring "weed density" in crops", in *Crop loss assessment methods*, ed L. Chiarappa, 3.1.5 (6pp.) FAO, Roma.
- Klingman, G. C.; Ashton, F. M. (1975). *Weed Science. Principles and Practises*. John Wiley & Sons, N. Y. (Cit. Vernon e Parker, 1983).
- Koch, W. (1974). A comparison of various methods for competition studies between crop plants and weeds. *EPPO bull.* 4(3), 339-346.
- Koch, W. (1979). Establishment of Integrated Control Systems. *EPPO bull.*, 9(19), 107-118.

- Koch, W. ; Kemmer, A. (1980) Schadwirkung von unkräutern gegenüber Mais in Abhängigkeit von Konkurrenzdauer und unkrautdichte, Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv., Gent, 45(4), 1099-1109.
- Koch, W. ; Walter, H. (1983). *The effects of weeds in certain cropping systems*. Xp. Int. Congr. Plant Protect., 1, 90-97, BCPC.
- Koch, W.(1972). Unkrautbekämpfung aus der Sicht des integrierten Pflanzenschutzes. Nach Bl. Dt. Pflschdienst Braunschweig, 24, 97-100 (Cit. Glauninger e Holzner, 1982).
- Kolbe, W. (1983)- *Crop production and weed control*. Pflanz. Nach. Bayer, 36 (3), 205-373.
- Madeira, J.; Dordio, M.F.; Mira, R.S.; Lopes, C. (1984). Population level and concurrence of wild oats (*Avena sterilis ssp. sterilis*) in wheat fields in Portugal. Proc. EWRS 3 rd Symp. Onn weed Problems in Mediterranean Área, 2, 461-468.
- Marra, M. C.; Carlson, G. A. (1983). Na Economic threshold model for weeds in soybeans (*Glicine max.*). Weed Science, 31, 604-609.
- Maynard, D. N.& G.J. Hochmuth. (1997). *Knott's handbook for vegetable growers*. Fourth edition . John Wiley & Sons, New York.
- Messina, M. J., (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. The American Journal of Clinical Nutrition, 70, 439-450.
- Mexia. A. (1986). *Os prejuízos causados pelas infestantes nas culturas*. Sociedade Portuguesa de Fitiatria e Fitofarmacologia Grupo de Trabalho de Herbologia.
- Moreira, I. R. S. (1980). *Situação actual dos conhecimentos de biologia e ecologia*. . I Congr. Port.Fitiat. Fitofarm., 3, 211-221, SPFF, Lisboa.

- Mortimer, A. M.; Firbank, L.G. (1983). Towards a rationale for the prediction of weed infestations and the assessment of control strategies. X^o Int. Congr. Plant. Protect: 1, 146-153, BCPC.
- Mueller-Dombois, D., Elleberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons. 547 p.
- Nieto, J. H. ; Brondo, M. A.; Gonzalez, J. T. (1968). Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds P. A. N. S. , 14(2), 159-166.
- Odet, J. (1989). *Mémento fertilization des cultures légumières*. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, Paris.
- Oliva, M. A. et al.(1989). Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em relação a deficiência hídrica e nutrição mineral. Revista Árvore, v. 13, n. 1, p. 19-33.
- Oliveira, M. M. (1976). Contribuição para estudos da importância económica dos efeitos das infestantes. II Simp. Nac. Herbologia, 2, 45-56, SCAP- SPFF, Lisboa.
- Parker, C.; Fryer, J. D. (1975). *Lutte contre les mauvaises herbes occasionnant d' importantes reductions des ressources alimentaires mondiales*. Bull. Phytoss. FAO, 23 (3/4), 84-98.
- Parreira, M. C. et al.(2011). Influencia de las malezas sobre el cultivo de frijol en función de espaciamiento y de la densidad de plantas. Planta Daninha, v. 29, n. 4, p761-769.
- Peters, N. C. B. (1972). Methods for evaluating weed competition using systems of hand-weeding or hoeing. Proc. LLth Brit. Weed Cont. Conf. , 1, 116-118 (Cit. Zimdahl, 1980).
- Peters, N. C. B.; Wilson, B. J. (1983). Some studies on the competition between *Avena fatua* L. and spring barley. II. Variation of *A. fatua* emergence and development and its influence on crop yield. Weed search, 23, 305-311.

- Philipp, O. ;Koch,W.; Koeser, H. (1983). Utilizaúion and control of water Hycinth in Sudan. Schriftenreihe der GTZ, 122, 224pp. (Cit. Koch e Walker, 1983).
- Pitelli, R. A.(1987). Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. IPEF, v. 4, n. 12, p. 25-35.
- Portugal, J.M.; Moreira, I.(2011).Aplicação de modelos múltiplos na determinação de níveis de prejuízo para a intera  o *Solanum americanum* e tomate de ind stria. Planta Daninha, v. 29, n. 4, p. 751-760.
- Reichelderfer, K. H.; Carlson, G. A. ; Norton, G.A. (1984). Economic guidelines for crop pest control. FAO plant production and protection paper 58, FAO; Rome, 93pp.
- Sagar, G. R. (1968). Factors affecting the outcome of competition between crops and weeds. Proc. 9th Brit. Weed Cont. Conf., 1157-1162 (Cit. Zimdahl, 1980).
- Samm n, N.; Maldonado, S.; alfaro, M.E.; Farfan, N.; Gutierrez, J., (1999). Composition of different bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) of northwestern Argentina (region NOA): cultivation zone influence. Journal Agricultural and Food Chemistry, 47, 2685-2689,
- Schweizer, E. E. (1973). Predicting sugar beet root losses based on Kochia desities. Weed Science, 19, 125-128. (Cit. Cousens, 1985).
- Sgarbieri, V.C; Whitaker, J.R., (1982). Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. Advances Food Research, 28, 93-166.
- Snaydon, R. W. (1982). *Weeds and crop yield*. Proc. 1982 Brit. Crop Prot Conf. Weeds, 729-739, BCPC.
- Spitters, C. J. T.; Van den Berg, J. P.(1982). “ Competition between crop and weeds: a system approach”, in: Biology and ecology of weeds, eds W. Holzner e N. Numata, 137-148, the Hague.

- Stagnari, F. Pisante M.(2011). The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mediterranean areas. *Crop Protection* v.30, p.179-184.
- Stone, L.F.; Moreira, J.A.A.(2001). Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 3, p.473-481.
- T. J. de Paula Júnior & M. Venzon (2007). *101 Culturas - Manual de Tecnologias Agrícolas*. EPAMIG, Belo Horizonte.
- Topham, P. B. ; Lawson, H. M. (1982) Measurement of weed species diversity in crop-weed competition studies. *Weed research*, 22, 285-293.
- U.S.D.A. (1965). *Losses in Agriculture*. Agriculture Handbook 291, USDA, ARS
- USDA. (2013). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18. Nutrient Data Laboratory, U. S Department Of Agriculture, Agricultural Research Service . URL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>
- Vegetable crops in relation to management practices. *Weed research*, 24(5), 317-325.
- Vernon, R. ; Parker, J. M. H. (1983). Maize/weed competition experiments: implicatios for tropical small-farm weed control research. *Expl. Agric.*, 19, 341-347.
- Wander, A.E.; Gazzola, R.; Gazzola, J.; Ricardo, T.R.; Garagorry, F.L. (2007). Evolução da produção e do mercado mundial do feijão. XLV Congresso da SOBER: Conhecimento para Agricultura do Futuro, 4-8.
- Weaver, S. E. (1984). Critical period of weed competition in there vegetable crops in relation to management practices. *Weed Research*, 24(5), 317-325.
- Weaver, S. E. (1984). Critical period of weed competition in three
- Weise, A. F. (1971). A.f. (1971). "Method nº 62", in: Crop loss assessment methods, ed.L. Chiarappa.

- Wilcockson, S. J. (1977). Competitive effects of weeds on the sugar-beet crop. PhD thesis, Univ. Nottingham, 205 pp
- Zimdahl, R. L. (1980). Weed-crop competition: a review. Int. Plant Prot. Center, Oregon Stat. Univers., Corvallis, 197 pp.
- Zimdahl, R. L. (1983). *Weed- crop competition: analyzing the problem*. Span, 26(2), 56-58.